

Gear box e.g. spur gear change gear box such as drive input shaft powered by crankshaft especially for motor vehicle, also drive output shaft and possibly counter shaft and electric machine

Patent number: DE19945473
Publication date: 2000-04-06
Inventor: BRANDT MARTIN (DE); HIRT GUNTER (DE)
Applicant: LUK GETRIEBE SYSTEME GMBH (DE)
Classification:
- **international:** B60K6/02; F02N11/04; B60K23/00; B60K41/00
- **european:** F16H37/04C, F02N11/04, B60K6/04
Application number: DE19991045473 19990923
Priority number(s): DE19991045473 19990923; DE19981045521 19981002;
DE19991033764 19990719; DE19981051606 19981109;
DE19981061042 19981110; DE19981058043 19981216

Abstract of DE19945473

The gearbox (1) has at least two shafts (4,6) as a gear box input shaft (4) powered by an IC engine crankshaft. It has a multiple of spur gear pairs and also an electric machine (45) with at least one rotor, and a stator connectable to at least one of the shafts by means of at least one coupling. The electric machine is reversible between the two shafts. The electric machine is connectable with the driven shaft of the gearbox by means of a coupling.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 45 473 A 1** ✓

⑦1 Aktenzeichen: 199 45 473.6
⑦2 Anmeldetag: 23. 9. 1999
④3 Offenlegungstag: 6. 4. 2000

P036987/EPH
⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 6/02 ✓
F 02 N 11/04
B 60 K 23/00
B 60 K 41/00

DE 199 45 473 A 1

⑥6 Innere Priorität:

198 45 521. 6	02. 10. 1998
199 33 764. 0	19. 07. 1999
198 51 606. 1	09. 11. 1998
198 61 042. 4	10. 11. 1998
198 58 043. 6	16. 12. 1998

⑦1 Anmelder:

LuK Getriebe-Systeme GmbH, 77815 Bühl, DE

⑦2 Erfinder:

Brandt, Martin, 77815 Bühl, DE; Hirt, Gunter, 77839
Lichtenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Getriebe

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Getriebe, insbesondere für
Kraftfahrzeuge.

DE 199 45 473 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Getriebe insbesondere für Kraftfahrzeuge, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer Eingangswelle, einer Ausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit mittels Kupplungen mit einer ersten Welle drehfest verbindbaren Zahnradern, wie Losrädern, und mit mit einer Welle drehfest angeordneten Zahnradern, wie Gangrädern.

Solche Getriebe sind in Kraftfahrzeugen allgemein bekannt. Sie weisen den Nachteil auf, daß sie nicht lastschaltfähig sind, das heißt, daß es jeweils eine Zugkraftunterbrechung bei einem Schaltvorgang zum Ändern der Getriebeübersetzung gibt.

Weiterhin ist insbesondere bei Fahrzeugen mit quer zur Fahrtrichtung eingebauten Brennkraftmaschinen der axiale Bauraum des Antriebsstrangs begrenzt, so daß axial an den Antriebsstrang montierte, zum Start der Brennkraftmaschine, als Generator zur Erzeugung von elektrischer aus kinetischer Energie und/oder als zusätzliche Antriebsquelle vorgesehene Elektromaschinen nur unter schwierigen Umständen integrierbar sind. Gerade der Einsatz derartiger Elektromaschinen mit vielerlei Verwendungszwecken ist jedoch in modernen Antriebskonzepten gewünscht.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Getriebe der oben genannten derart zu verbessern, daß unter optimiertem Raumbedarf eine Elektromaschine, beispielsweise als Starter der Elektromaschine, als Stromgenerator und/oder als alternative oder zusätzliche Antriebsquelle in das Getriebe integriert werden kann, wobei das Getriebe keine oder zumindest nur eine verminderte Zugkraftunterbrechung während des Schaltvorgangs zwischen zwei Übersetzungsstufen aufweist.

Die Aufgabe wird durch ein Getriebe, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, nämlich einer von einer Brennkraftmaschine mittels einer Kurbelwelle antreibbaren Getriebeeingangswelle, einer Getriebeausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Vielzahl von Zahnradpaaren und einer Elektromaschine gelöst, wobei die Elektromaschine zumindest einen Rotor und einen Stator aufweist und mittels zumindest eines Kupplung zumindest einer der Wellen zuschaltbar ist.

Hierzu kann der Rotor direkt um eine Welle, Antriebswelle oder Abtriebswelle des Getriebes angeordnet sein, wobei zwischen Rotor und der Welle eine Kupplung wirksam ist und die zweite Welle ebenfalls über eine Kupplung an die Elektromaschine ankoppelbar sein kann. Weiterhin kann die Elektromaschine mittels der Rotorwelle parallel zu einer der beiden Welle ausgerichtet sein, wobei die Rotorwelle von einer Welle drehangetrieben sein kann oder dies antreiben, beispielsweise über ein Gangrad oder ein separat hierfür vorgesehenes Zahnrad. Auch Antriebe über Riemen und Ketten, die zudem eine Übersetzung vorgeben können, die automatisch veränderbar ist, beispielsweise über ein kontinuierlich verstellbares Umschlingungsmittelgetriebe, sind besonders vorteilhaft. Weiterhin kann die Kopplung der Elektromaschine über ein Schwungrad, insbesondere ein Schwungrad der Brennkraftmaschine erfolgen.

Ein erfindungsgemäßes Getriebe kann prinzipiell ein Zahnradwechselgetriebe mit zumindest zwei Wellen, beispielsweise mit einer Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle sein und eine Vielzahl von Zahnradpaaren aufweisen, wobei erste Zahnradpaare als Losräder der jeweiligen Zahnradpaare mittels Kupplungen beziehungsweise Schiebchülsen mit einer ersten Welle verbindbar und zweite Zahnradpaare fest mit einer zweiten Welle verbunden sind und zumindest eine

der Kupplungen beziehungsweise Schiebchülsen zur Änderung der Übersetzung mittels eines Aktors, beispielsweise eines Elektromotors, eines Elektromagneten oder mittels einer hydraulischen oder pneumatischen Einrichtung, automatisiert betätigt werden kann. Eine derartige Kupplung kann eine reibschlüssige oder formschlüssige Kupplung sein und kann wie auch bei der Verwendung von Schiebchülsen als koppelbare Verbindung zwischen Welle und Losrad entsprechende Synchronisierereinrichtungen verfügen.

Weiter kann für ein derartiges erfindungsgemäßes Getriebe vorteilhaft sein, die Elektromaschine zwischen den zumindest zwei Wellen beispielsweise der Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle umschaltbar zu gestalten. In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann nur eine Welle mittels einer Kupplung, die gleichfalls von einem Aktor nach der oben bezeichneten Art automatisiert betätigt werden kann, mit der Elektromaschine verbindbar ausgestaltet werden, nämlich entweder die Abtriebswelle des Getriebes und/oder die Eingangswelle des Getriebes.

Zur weiteren Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe kann die Elektromaschine in der Art betrieben werden, daß bei einem Schaltvorgang zur Änderung der Übersetzung des Getriebes von einer Stufe in die nächste eine Zugkraftunterbrechung durch Einspeisung eines von der Elektromaschine generierten Drehmoments auf die Abtriebswelle reduziert wird. Hierzu kann beispielsweise die Elektromaschine während eines Schaltvorgangs, der beispielsweise in folgende, in der genannten Reihenfolge ablaufende Schritte Ausrücken der Anfahrkupplung, Ausrücken des aktuellen Gangs, Einrücken des folgenden Gangs Einrücken der Anfahrkupplung gegliedert ist, betrieben werden:

die Aktivierung der Elektromaschine erfolgt, wenn das von der Brennkraftmaschine auf die Anfahrkupplung übertragene Moment nicht mehr vollständig auf die Antriebswelle des Getriebes übertragen wird, das heißt, wenn die Kupplung zu schlupfen beginnt. Dabei kann das sich abbauende, über die sich öffnende Anfahrkupplung übertragene Moment durch einen zunehmenden Drehmomentbeitrag der Elektromaschine zumindest teilweise kompensiert werden. Da die entsprechenden Zeitintervalle während einer Schaltung sehr kurz sind, kann es vorteilhaft sein, die Nennleistung der Elektromaschine bei Dauerbelastung unter dem maximal bei einem Schaltvorgang zu kompensierenden Drehmoment auszulegen und die Elektromaschine in diesem kurzen Zeitintervall thermisch, beispielsweise um maximal 300% der Nennleistung, zu überlasten, wodurch die Dimensionierung der Elektromaschine minimiert werden kann. Die Entlastung des Drehmoments der Elektromaschine wird dabei vorteilhafterweise so gesteuert, daß das an der Ausgangswelle des Getriebes anliegende Drehmoment beginnend von dem erforderlichen Drehmoment für den eingelegten Gang in homogener, beispielsweise annähernd linearer und/oder stetiger Weise an das erforderliche Drehmoment der neuen Gangstufe herangeführt wird. Es kann aber auch vorteilhaft sein, das unterstützende Drehmoment der Elektromaschine, insbesondere bei sehr klein dimensionierten Elektromaschinen, so zu gestalten, daß während der Zugkraftunterbrechung nur ein kleineres Drehmoment als das zum Zeitpunkt der Schaltung kleinere für die beiden zu wechselnden Gangstufen erforderliche Drehmoment zur Verfügung gestellt wird, beispielsweise zwischen 100% und 30%, vorzugsweise zwischen 100% und 50% des erforderlichen Drehmoments der Gangstufe mit dem kleineren erforderlichen Drehmoment.

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn die Getriebeeingangswelle mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbindbar ist, beispielsweise über automatisch mit Hilfe eines Aktors oder

manuell ansteuerbare Anfahrkupplung, die eine Trockenkupplung oder eine Lamellenkupplung oder eine hydrodynamische Kupplung, beispielsweise ein hydrodynamischer Wandler oder eine Höttinger-Kupplung, gegebenenfalls mit einer Wandlerüberbrückungskupplung sein kann. Ebenfalls vorteilhaft kann eine Anfahrkupplung sein, die auf einem geteilten Schwungrad angeordnet ist. Die Anfahrkupplung kann vorteilhafterweise in der Kupplungsglocke zwischen Brennkraftmaschine und Getriebe oder innerhalb des Getriebes untergebracht sein. Weiterhin kann die die Elektromaschine mit der Eingangswelle verbindende Kupplung mit der Anfahrkupplung als Doppelkupplung ausgebildet sein und in der Kupplungsglocke oder im Getriebe angeordnet sein. In speziellen Anwendungsfällen kann es auch vorteilhaft sein, die die Elektromaschine an die Welle koppelnde Kupplung außerhalb des Getriebes anzuordnen und auf eine Anfahrkupplung zu verzichten.

Die Schaltung der verschiedenen Kupplungen wie Anfahrkupplung, Kupplungen für Losräder sowie Kupplungen zum Ankoppeln der Elektromaschine an die Eingangs- und/oder Ausgangswelle erfolgt wie bereits erwähnt mit Hilfe von Aktoren. Dabei kann prinzipiell ein Aktor durch entsprechende Ausgestaltung alle oder zumindest mehrere, insbesondere zwei Kupplungen betätigen, beispielsweise durch einen Aktor, der mittels eines Steuerschiebers die entsprechende Hydraulik- oder Pneumatikeinrichtung, zumindest bestehend aus einem Geber-, einem Nehmerzylinder sowie einer Druckversorgungseinrichtung und den entsprechenden, die Bauteile verbindenden Leitungssystem oder durch einen Elektromotor, der über entsprechende Gestänge mehrere Kupplungen betätigen kann. Besonders vorteilhaft ist die Zusammenfassung von Kupplungen die in derselben Achse und vorteilhafterweise in unterschiedliche Richtungen oder durch unterschiedlich lange Ausrückwege betätigt werden, wie beispielsweise Doppelkupplungen und/oder Losräder einer Welle schaltende Kupplungen oder Schiebehülsen. So kann beispielsweise die Verwendung eines Aktors zum Schalten der Kupplungen und die Verwendung eines zweiten Aktors zum Auswählen der zu schaltenden Übersetzung mittels der entsprechenden Kupplung oder Schiebehülse wie an sich von herkömmlichen, manuell oder automatisch, beispielsweise mittels zweier Elektromotoren, geschalteten Schaltgetrieben nach dem H-Schaltungsprinzip bekannt ist, besonders vorteilhaft sein. Zur Vorsehung eines optimierten Schaltverlaufs können die Aktoren, insbesondere Elektromotoren oder Elektromagneten, mit einem diesen nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgetriebe ausgestattet sein.

Die Elektromaschine auf der Antriebswelle des Getriebes kann bei eingerückter Kupplung zwischen Antriebswelle und Elektromaschine die Brennkraftmaschine direkt starten, wobei es vorteilhaft sein kann, eine Anfahrkupplung vorzusehen, wodurch auch ein Impulsstart durchgeführt werden kann, indem ein an der Kurbelwelle vorgesehene Schwungrad zuerst von der Elektromaschine beschleunigt und mit der entsprechend aufgebauten kinetischen Energie mit oder ohne gleichzeitige Unterstützung durch die Elektromaschine die Brennkraftmaschine gestartet werden kann. Wenn die Elektromaschine mit der Abtriebswelle koppelbar verbunden ist, kann über eine entsprechende Verbindung, beispielsweise ein Zahnradpaar einer Übersetzungsstufe eine Verbindung mit der Antriebswelle hergestellt werden und dadurch bei eingerückter Anfahrkupplung und bei Betrieb des abtriebsseitigen Zahnrad als Losrad die Brennkraftmaschine gestartet werden.

Weiterhin kann die Elektromaschine zumindest einen Teil des Getriebes, das heißt, zumindest eine Gangstufe als Antriebsquelle antreiben, beispielsweise die erste Gangstufe

oder den Rückwärtsgang. Dabei kann die koppelbare Verbindung zwischen der Antriebswelle beziehungsweise Abtriebswelle durch das Zahnradpaar direkt hergestellt werden und das auf der Welle angeordnete, die Verbindung zur Elektromaschine bildende Zahnrad ein Losrad sein, das über eine Kupplung mit der Welle verbindbar ist.

Eine weitere Funktion der Elektromaschine deren Rotor durch ein Getriebeteil, beispielsweise ein Zahnradpaar einer Gangstufe, drehangetrieben sein kann, kann die Umwandlung mechanischer bzw. kinetischer Energie in elektrische Energie sein, wobei die elektrische Energie in einen Speicher, beispielsweise in eine Hochstrombatterie, speisbar sein kann. Die kinetische Energie kann dabei aus der Brennkraftmaschine, beispielsweise während der Fahrt oder im Stillstand bei eingelegter Neutralstellung des Getriebes gewonnen werden, indem über die Schaltungen der vorhandenen Kupplungen, beispielsweise durch Einrücken der Anfahr- und der die Elektromaschine mit der Antriebswelle beziehungsweise Abtriebswelle verbindenden Kupplung, ein Kraftfluß von der Brennkraftmaschine zur Elektromaschine freigeschaltet wird.

Ein weiterer Weg ist die Rückgewinnung von kinetischer Energie während Verzögerungsvorgängen des Fahrzeugs (Rekuperation). Durch Schaffung eines Kraftflusses zwischen Elektromaschine und Getriebeausgangswelle, beispielsweise bei auf der Abtriebswelle angeordneter Elektromaschine durch Schließen der Kupplung zwischen Abtriebswelle und Elektromaschine, beziehungsweise bei auf der Getriebeeingangswelle angeordneter Elektromaschine durch ein Zahnradpaar zwischen Abtriebs- und Antriebswelle, wobei ein entsprechend angeordnetes Losrad mittels einer Kupplung oder Schiebehülse drehfest mit der entsprechenden Welle - Abtriebs- oder Antriebswelle - verbunden ist und die Elektromaschine drehfest, beispielsweise mittels eines weiteren Zahnrad auf der Rotorwelle der Elektromaschine mit dem auf der Antriebswelle angeordneten Zahnrad des besagten Zahnradpaares in Wirkverbindung steht und wahlweise mittels einer weiteren Kupplung von der Antriebswelle abkoppelbar ist, kann die ansonsten als Wärmeenergie an den Bremsen oder dem Schleppmoment der Brennkraftmaschine entgegenwirkende Energie der Elektromaschine zugeführt und in elektrische Energie umgewandelt und gespeichert werden. Vorteilhaft kann dabei sein, die Brennkraftmaschine mittels der Anfahrkupplung je nach der erforderlichen Bremswirkung an- oder abzukoppeln.

Weiterhin kann die Elektromaschine als alleinige oder die Brennkraftmaschine unterstützende Antriebsquelle (Boosterfunktion) zum Einsatz kommen, wobei je nach gewünschtem Fahrmodus die Anfahrkupplung eingerückt, ausgerückt oder schlupfend betrieben werden kann.

Die elektrische Maschine kann so in das Getriebe integriert werden, daß die Drehachse des Rotors der Elektromaschine koaxial zur Getriebeeingangswelle oder Getriebeausgangswelle angeordnet ist oder daß die Rotorwelle der Elektromaschine parallel zur Getriebeeingangswelle oder -ausgangswelle angeordnet ist.

Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebes kann vorteilhaft in Front-Quer-Anordnung in dem Fahrzeug angeordnet werden. Ein anderes Ausführungsbeispiel kann eine vorteilhafte Front-Längs-Anordnung vorsehen, wobei es auch für andere vorteilhafte Triebstrangstrukturen vorsehbar ist.

Die Betätigungsaktoren der Kupplungen oder Schaltelemente können in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen vorteilhaft mit Elektromotoren mit einer rotatorischen Ausgangsbewegung eines Ausgangselementes, Elektromotoren mit linearer Ausgangsbewegung, wie beispielsweise auch Linearmagnet, hydraulische Drehaktoren (wie beispiels-

weise Zahnradpumpe, Flügelzellenpumpe, etc.), hydraulische Linearaktoren (wie Kolben/Zylindereinheiten etc.), pneumatische Drehaktoren (Flügelzellenpumpe, etc.), pneumatische Linearaktoren (Kolben, etc.), piezoelektrische Aktoren, und thermomechanische Aktoren ausgebildet sein.

Zwischen den Motoren und den Betätigungselementen kann der Betätigungsaktor Übersetzungsgetriebe aufweisen, wie beispielsweise mechanische Getriebe nach der folgenden Art: Hebel, Keil, Kurvengetriebe, Spindel, Schnecke, Stirnrad, Planetensatz, etc., hydraulische Getriebe, pneumatische Getriebe (Geber-/Nehmerzylinder oder allgemein Druckmittelgetriebe).

Zur Anlenkung des angesteuerten Elementes kann je nach Ausführungsbeispiel eine der folgenden Formen der Übertragungsstrecke vorteilhaft verwendet werden. Nachstellbare oder selbsteinstellende Übertragungsstrecken können eingesetzt werden, wie mechanische Strecken wie Hebel, Seilzug, Stange, Schieber, Keil, Kurvengetriebe etc., hydrostatische Strecken, wie Geber-/Nehmerzylinder mit/ohne Schnüffellohrung, hydrodynamische Strecken, pneumatische Strecken. Die Betätigungsaktoren zur Betätigung des Gangwechsels und der Auswahl des nachfolgenden Ganges können auch durch Zwischengetriebe zusammengefaßt werden. So ist es möglich mehr Gangpaare zu schalten als Aktoren gegeben sind. Beispiele hierfür sind Verteilergetriebe entsprechend des H-Schalbildes oder eine Schaltwalze, welche beliebig viele Gänge mit einem Aktor schaltet.

Die Kupplung, wie Anfahrkupplung oder die Kupplungen zur Ankopplung der Elektromaschine können als konventionelle gedrückte oder gezogene Kupplungen ausgebildet sein, die durch einen Federvorspannung eines Energiespeichers in einem nicht betätigten Zustand von dem Kraftspeicher eingerückt gehalten wird. Weiterhin können derartige Kupplungen kraftreduzierte, selbstnachstellende Kupplungen sein, die einen Verschleiß beispielsweise der Reibbeläge selbsttätig ausgleichen. Die Kupplung kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel auch eine zugeführte Kupplung sein, die mittels des Aktors zumindest teilweise oder mit einer Teilkraft betätigt werden muß, damit sie eingerückt wird.

Vorteilhaft ist ein Torsionsschwingungsdämpfer im Antriebsstrang beispielsweise mit einer Feder-Dämpfer-Einheit zwischen Anfahr-/Schaltkupplung und Motor.

Dieser Dämpfer kann in die Kupplungsscheibe oder in ein Zweimassenschwungrad integriert sein.

Die Sensoren zur Ermittlungen der Umdrehungszahlen von Eingangs-, Ausgangs- und Kurbelwelle wie Drehzahlsensoren, detektieren die Drehzahlen von Motor und Getriebe. Wobei die Abtriebsdrehzahl auch aus den Raddrehzahlen zurückgerechnet werden kann. Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn ein Drehzahlsensor an der Eingangswelle angeordnet ist. Weiterhin kann zum erfindungsgemäßen Getriebe eines Kraftfahrzeuges weiterhin erfindungsgemäß gehören:

- Steuereinheit mit Mikroprozessor mit Signalverarbeitung, Elektronik, Steuerlogik, Signalverstärkern, Datenbus-Systemen etc.
- Anzeigesysteme wie Warnlampe, Warnlongeher, Ganganzeige etc.
- Bedienelement wie Schaltknopf, Schalter, etc.
- Programme mit Wahlelement zur Auswahl von: Automatik, manuelle Gangwahl, Winter, Sport, Fahrererkennung etc.
- Elektronische Motorsteuerung mit elektronischer Kraftstoffzufuhrsteuerung, wie Li-Gas, am Verbrennungsmotor (elektromotorisch, elektronisch, etc.)
- Sensorik zur Detektion der Motordrehzahl, Raddreh-

zahl, Türöffnungserkennung, Motorhaubenöffnungserkennung, etc.

Daten- und Steuersignalkommunikation zwischen Getriebesteuergerät und Motorsteuergerät des Verbrennungsmotors.

Bei einem oben genannten Getriebe kann eine Elektromaschine, wie Starter, wie Anlasser, Generator, wie Lichtmaschine, Starter-Generator, Retarder/Zusatzantrieb integrieren. Hierbei handelt es sich vorteilhaft um eine Elektromaschine die folgende Funktionen erfüllt, wie Starten des Verbrennungsmotors und Erzeugen des elektrischen Stromes für das Bordnetz des Kraftfahrzeuges und gegebenenfalls als elektrische Bremse mit Energierückgewinnung, wobei überschüssige elektrische Energie wieder dem Antrieb zugeführt wird. Vorteilhaft kann die Elektromaschine auch für die Synchronisierung des Getriebes unterstützend wirken und kann ebenso vorteilhaft eingesetzt werden, um bei stehendem Fahrzeug die Eingangswelle des Getriebes auf Drehzahl Null abzubremesen. Dadurch können in einzelnen Ausführungsbeispielen Synchronringe eingespart werden. Auch um Drehmomentrückgänge während Schaltphasen zu glätten, ist die Elektromaschine vorteilhaft gezielt ansteuerbar um in diesen Phasen Drehmoment zur Verfügung zu stellen.

Die Elektromaschine kann auf der Motorseite, das heißt am Schwungrad, wie auch am Primär- oder Sekundärschwungrad eines Zweimassenschwungrades angreifen. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist es vorteilhaft, wenn die Elektromaschine auf die Getriebeeingangswelle wirkt oder an dieser angreift, wobei diese sowohl coaxial als auch achsversetzt angeordnet sein kann. Die Elektromaschine kann den Verbrennungsmotor oder die Eingangswelle direkt oder über ein Zwischengetriebe antreiben. Dieses Zwischengetriebe kann eine konstante oder variable Übersetzung haben. Es kann zwischen mehreren konstanten Übersetzungen umgeschaltet werden, oder die Übersetzung stufenlos eingestellt werden. Eine Übersetzung kann beispielsweise flichkraftgesteuert oder mittels eines Aktors erfolgen.

Die Drehbewegung der Elektromaschine kann auf die Motorwelle oder Eingangswelle des Getriebes durch die folgenden Übertragungsmittel übertragen werden:

- Verzahnungen (Stirnrad, Kegelverzahnung etc.)
- Umschlingungsgetriebe (Ketten, Keilriemen, Zahnriemen etc.)
- Hydraulische Getriebe (Pumpe / Motor etc.)

Der Startvorgang kann dabei unter anderem auf zweierlei Arten erfolgen. Entweder die Elektromaschine beschleunigt den Verbrennungsmotor direkt, oder die Elektromaschine wird zu erst alleine angetrieben und treibt dann ausgehend von der höheren Drehzahl den Verbrennungsmotor an, weil beispielsweise eine Reibkupplung geschlossen wurde. Ein solcher Motorstart bietet sich über die Anfahrkupplung an, nachdem die Elektromaschine zuvor die Eingangswelle des Getriebes beschleunigt hat.

Bei den erfindungsgemäßen Getrieben ist beispielsweise die volle Leistung der Elektromaschine auf den Abtriebsstrang oder auf die Abtriebswelle oder auf die Eingangswelle des Getriebes schaltbar. In anderen Betriebsbedingungen des Getriebes kann es jedoch auch genügen, einen Teil der vollen Leistung der Elektromaschine auf die Eingangs- oder Ausgangswelle zu schalten.

Die Elektromaschine ist umschaltbar zwischen der Eingangswelle des Getriebes und der Ausgangswelle des Getriebes.

Die Elektromaschine kann auf die Eingangswelle des Ge-

triebes wirken, zum:

Starten des Antriebsmotors, zum Generieren von elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Motors oder des Getriebes, zum Rekuperieren von Energie, um die Drehzahl an der Elektromaschine zu mindern (Übersetzungsänderung für die Elektromaschine zwischen Eingangs- und Abtriebswelle), für das Anfahren mit der Elektromaschine als Antriebsmotor für das Fahrzeug, für das Boosten mit der Elektromaschine als zusätzliche Antriebsquelle neben der Fahrzeugverbrennungsmaschine, zum rückwärts fahren.

Die Elektromaschine kann auf die Abtriebswelle des Getriebes geschaltet werden, zum: Auffüllen der Zugkraftunterbrechung bei einem Schaltvorgang des Getriebes, bei welchem beispielsweise die eingangsseitige Anfahrkupplung zumindest teilweise geöffnet wird, zum Generieren von elektrischer Energie aus kinetischer Energie des Motors oder des Getriebes, zum Rekuperieren von Energie, um die Drehzahl an der Elektromaschine zu mindern (Übersetzungsänderung für die Elektromaschine zwischen Eingangs- und Abtriebswelle), für das Anfahren mit der Elektromaschine als Antriebsmotor für das Fahrzeug, für das Boosten mit der Elektromaschine als zusätzliche Antriebsquelle neben der Fahrzeugverbrennungsmaschine, zum rückwärts fahren.

Vorteilhafte Ausführungsvarianten sind folgende:

Die Elektromaschine wirkt auf einen Radsatz eines Ganges

- Die Elektromaschine wirkt auf Zahnrad auf Eingangswelle
- Die Elektromaschine wirkt auf Zahnrad auf Abtriebswelle
- Die Elektromaschine wirkt auf Radsatz des Rückwärtsganges

Die Schaltkupplungen des Radsatzes mit Elektromaschine können vorteilhaft wie folgt ausgebildet sein:

- Form- oder Reibschlüssige Kupplung an Zahnrad auf Eingangswelle
- Form- oder Reibschlüssige Kupplung an Zahnrad auf Abtriebswelle

Eine reibschlüssige Kupplung kann an einem Zahnrad auf der Eingangswelle eingesetzt werden als Anfahrkupplung.

Die Aktoren können wie folgt vorteilhaft ausgebildet sein:

elektrisch betätigt, druckmittelbetätigt, wie hydraulisch oder pneumatisch. Vorteilhaft können Mehrfachbetätigung eines Aktors von Schaltkupplungen des Radsatzes mit Elektromaschine oder aller Schaltelemente (Schaltwalze, Zentrale Schaltwelle) erfolgen.

Ein Getriebe zwischen Elektromaschine und Gangradsatz ist vorteilhaft wie folgt ausgebildet:

- direkt (koaxial)
- mit konstanter Übersetzung/Untersetzung mit Zwischenzahnrad
- mit konstanter Übersetzung/Untersetzung mit Zahnradstufe
- mit einem stufenlos einstellbaren Getriebe
- mit einem in Stufen schaltbaren Getriebe.

Eine Abschätzung für ein Fahrzeug bezüglich der Übersetzungen und des Leistungsbedarfs der Elektromaschine ergibt als Minimalforderung eine Nennleistung von ca. 2 bis 20 kW; vorteilhaft im Bereich von 10 kW bei Kurzzeitüberlastbarkeit der Elektromaschine. Wenn der elektromotori-

sche Fahrbetrieb dem verbrennungsmotorischen Fahrbetrieb vergleichbar sein soll und z.B. die erste Übersetzungsstufe durch elektrisch gesteuerte Übersetzung ersetzt werden soll, ist es zweckmäßig, wenn eine Nennleistung von ca. 35 kW vorgesehen werden.

Das Antriebsstrangkonzzept eines erfindungsgemäßen Getriebes sieht vor, daß die Betätigung der Anfahrkupplung und des Schaltgetriebes automatisiert erfolgen. Eine Steuerung übernimmt die Koordinierung sowie die Regelung der Elektromaschine. Die Steuerung kommuniziert mit anderen Steuergeräten des Fahrzeugs, z. B. über CAN-Bus.

Die Getriebesteuerung kann mit anderen Steuerungen, z. B. Verbrennungsmotorsteuerung und Bremsregelsystem (z. B. elektrische Bremse), zur Rekuperation von Bewegungsenergie, kombiniert werden. Die Vorgabe der Betriebsart und die Gangvorgabe kann aus einer übergeordneten Antriebsstrangsteuerung kommen.

In Verbindung mit

- elektromotorischer Servolenkung
- elektromotorischer Kühlwasserpumpe
- ggf. weiteren elektrifizierten Aggregaten

kann die Riemenscheibenebene komplett entfallen, wodurch der Verbrennungsmotor reibungsärmer wird.

Elektromaschine

Die muß sowohl motorisch als auch generatorisch betrieben werden können und das Moment – innerhalb der Leistungsgrenze – mittels Spannungsregelung möglichst unabhängig von der Rotordrehzahl einstellbar sein, so daß über eine geeignete Ansteuerung der gewünschte Betriebspunkt im Kennfeld eingestellt werden kann (Erregerfeld-Schwächung). Günstig ist auch eine hohe Kurzzeit-Überlastbarkeit, da bei den Betriebsarten Anlassen und Zugkraftunterbrechung überbrücken nur kurzzeitig hohe Leistungen benötigt werden.

Wenn der Rückwärtsgang des Schaltgetriebes durch rein elektrischen Betrieb ersetzt werden soll, kann die Elektromaschine für beide Drehrichtungen ausgelegt werden und die Leistungselektronik die notwendige Ansteuerung realisieren.

Geeignet sind Elektromaschinen-Typen wie Reluktanzmaschine, Asynchronmotor, EC-Motor, Gleichstrom-Nebenschluß-Maschine und evtl. auch Synchron- und Schrittmotoren. Die Ansteuerung der Elektromaschine kann das Nutzbremsen ermöglichen.

Die Erfindung wird anhand der Fig. 1 bis 41b näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1–19 vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 20–35 vorteilhafte Funktionsweisen des erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 36 ein Prinzipschaltbild zur Schaltung von Kupplungen,

Fig. 37–38 vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Getriebes und

Fig. 39a - 41b Diagramme zur Erläuterung der bei einem Schaltvorgang auftretenden Momente und Drehzahlen.

Die Fig. 1 zeigt schematisch ein Getriebe 1 eines Kraftfahrzeuges, welches einer Antriebseinheit 2, wie Motor oder Brennkraftmaschine, und einer Anfahr- oder Schaltkupplung 3, wie beispielsweise eine Reibungskupplung, nachgeordnet ist, die drehschlüssig auf der Kurbelwelle 2a der Brennkraftmaschine 2 angeordnet ist. Das Getriebe 1 weist eine Eingangswelle 4, eine Vorgelegewelle 5 und gegebenenfalls eine zusätzliche Ausgangswelle 6 auf, wobei im

Ausführungsbeispiel der Fig. 1 die Vorgelegewelle 5 gleich der Ausgangswelle 6 ist.

Zwischen Motor 2 und Getriebe 1 ist ein Schwungrad 10 angeordnet, auf welchem die Reibungskupplung 3 in einer an sich bekannten Ausführung mit Druckplatte und Kupplungsdeckel angeordnet ist. Ebenso kann statt des starren Schwungrades 10 ein Zweimassenschwungrad vorgesehen sein, welches zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerte Schwungmassen aufweist, die entgegen Rückstellkräften beispielsweise von zwischen den Schwungmassen angeordneten Energiespeichern verdrehbar sind.

Zwischen der Kupplungsscheibe 3a, beispielsweise mit radial außen angebrachten Reibbeläge für einen Reibeingriff auf die Druckplatte und eine nicht näher dargestellte Anpreßplatte, und der Getriebeeingangswelle 4 ist ein Drehschwingungsdämpfer 11 angeordnet. Dieser weist zumindest zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerte scheibenförmige Bauteile 11a, 11b auf, die entgegen Rückstellkräften beispielsweise von zwischen den Bauteilen angeordneten, in Umfangsrichtung wirksamen Energiespeichern 12 verdrehbar sind.

Die Wellen, wie Eingangswelle 4, Ausgangswelle 6 und gegebenenfalls Vorgelegewelle 5 des Getriebes 1 sind mittels - nicht dargestellter - Lager innerhalb eines - ebenfalls nicht dargestellten - Getriebegehäuses drehbar gelagert und in radialer Richtung zentriert und gegebenenfalls in axialer Richtung gelagert.

Die Eingangswelle 4 und die Ausgangswelle 6 sind im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet angeordnet. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Ausgangswelle auch koaxial zur Eingangswelle angeordnet sein, wobei sie ebenfalls innerhalb des Getriebegehäuses gelagert und zentriert ist.

Die Anfahr- oder Schaltkupplung 3 ist in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel beispielsweise als naß laufende Reibungskupplung innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet. In einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die Kupplung 3 beispielsweise als Trockenreibungskupplung innerhalb einer Kupplungsglocke axial zwischen Motor 2 und Getriebe 1 angeordnet.

Mit der Eingangswelle 4 des Getriebes 1 sind die Gangräder 21, 22, 23, 24 und 25 für die Gänge R, I, II, III, IV, V axial fest und drehfest verbunden und kämmen zur Bildung der entsprechenden Übersetzungen dieser mit den Zahnradern mit den Zahnradern 31, 32, 33, 34 und 35, die als Losräder auf der Abtriebswelle 6 angeordnet und mittels den Kupplungen 40, 41, 42 mit dieser drehfest verbindbar sind. Die Zahnrad 20, 30 sind auf der Eingangswelle 4 beziehungsweise Ausgangswelle 6 verdrehbar angeordnet und sind mit der entsprechenden Welle jeweils mittels deren zugehöriger Kupplung 100 beziehungsweise 101 drehfest verbindbar. Die Kupplungen 100, 101 können als Reibungskupplungen ausgestaltet sein und daher einen gewissen Schlupf erlauben, so daß eine Synchronisation entfallen kann. Mit dem Zahnrad 20 kämmt ein weiteres Zahnrad 26 zur Richtungsumkehr, das mit der Rotorwelle 28 mittels des Zahnrad 27, das mit dieser drehfest verbunden ist, den Rotor 29 mit der Antriebswelle 4 mittels der Kupplung 100 abkoppelbar verbindet. Über das Zahnrad 30, das mit dem Zahnrad 20 kämmt, kann mittel der Kupplung 101 ebenfalls eine abkoppelbare Verbindung der Elektromaschine 45 mit der Abtriebswelle 6 hergestellt werden. Zwischen Zahnrad 25 und Zahnrad 35 ist das Zwischenzahnrad 36 zur Drehrichtungs- umkehr angeordnet. Die Zahnradkombination 25, 35, 36 stellt somit die Paarung für den Rückwärtsgang R dar. Die Zahnradpaarung 20, 30 stellt die Paarung für den Gang I und bildet die Verbindung zur Elektromaschine 45 dar. Die Zahnradpaarung 21, 31 bilden Gang II, die Zahnradpaarung

22, 32 den Gang III, die Zahnradpaarung 23, 33 den Gang IV und die Zahnradpaarung 24, 34 den Gang V. Es versteht sich, daß eine andere Anordnung von Zahnpaaren mit einer unterschiedlichen Anordnung der Übersetzungen, die geänderte Anordnung von Losrädern auf der Eingangswelle oder Ausgangswelle ebenfalls vorteilhafte Ausgestaltungen beinhalten kann und in die Erfindung eingeschlossen sind. Der Rückwärtsgang R ist unter axialer Verlagerung der Kupplung 40, die als Schiebemuffe vorgehen sein kann, aus einer Neutralstellung heraus mit der Ausgangswelle 6 drehfest formschlüssig verbindbar. Gleiches gilt für die Zahnrad 31, 32 und 33, 34, welche unter axialer Verlagerung der jeweiligen Schiebemuffen 41, 42 mit der Ausgangswelle 6 formschlüssig verbindbar sind. Dabei wird jeweils nur ein Zahnrad von zwei mittels einer Schiebemuffe geschalteten Gängen, beispielsweise der Gänge II und III beziehungsweise IV und V, mit der Welle 6 verbunden, da die Schiebemuffen 41, 42 durch die axiale Verlagerung in die eine oder in die andere axiale Richtung eine formschlüssige Verbindung zwischen Welle 6 und Zahnrad 31, 33 beziehungsweise 32, 34 bilden und die Schiebemuffen 41, 42 jeweils axial zwischen zwei Zahnradern angeordnet sind.

Das Getriebe 1 weist, wie dargestellt, drei Baugruppen auf, die durch jeweils zwei Zahnradpaare und eine dazwischen angeordnete Kupplung, wie Schiebemuffe, gebildet sind.

Die Kupplungen 40, 41 und/oder 42 können in weiteren Ausführungsbeispielen vorteilhafterweise als formschlüssige Kupplungen, wie Klauenkupplungen, gebildet sein. Ebenso können sie als reibschlüssige Kupplungen mit konischen oder ebenen Reibflächen mit einer oder mehreren Reibflächen, beispielsweise als Lamellenkupplung, ausgebildet sein. Weiterhin können sie mit einer Synchronisier- einrichtung mit einem oder mehreren Synchronisier- ringen ausgebildet sein.

Wie zu erkennen ist, bilden die Zahnradpaare des Rückwärtsganges die erste Baugruppe und die Zahnradpaare des zweiten und dritten Ganges die zweite Baugruppe und die Zahnradpaare des vierten und fünften Ganges die dritte Baugruppe. Der Gang 1 wird mit Hilfe der Kupplungen 100, 101, die auch die Anbindung der Elektromaschine 45 an die Eingangs- und/oder Ausgangswelle 4, 6 übernehmen geschaltet.

Die Schiebemuffen 40, 41 und 42 zur Schaltung der Gänge R und II bis V des Getriebes 1 werden durch die Betätigungseinheiten 60, 61, 62 betätigt, wie axial verlagert, wobei zwischen den Betätigungseinheiten 60, 61, 62 und den Schiebemuffen 40, 41, 42 jeweils eine Verbindung i_1 , i_2 , i_3 , wie ein Gestänge oder ein Seilzug oder ein Bowdenzug oder eine Schallwelle vorgesehen ist. Die Betätigungseinheit kann einen elektromotorischen, einen elektromagnetischen und/oder einen druckmittelbetätigten Antrieb, wie beispielsweise eine Hydraulikeinheit, vorsehen. Die Verbindungen i_1 , i_2 , i_3 können weiterhin eine Über- oder Untersetzungsgetriebe enthalten.

Entsprechende erfindungsgemäße Getriebe könne auch beispielsweise mit einem Vierganggetriebe mit Rückwärtsgang (vier Vorwärtsfahrgänge) oder mit einem Sechsganggetriebe mit Rückwärtsgang (sechs Vorwärtsfahrgänge) ohne Beschränkung der Allgemeinheit ausgebildet werden.

Zur Detektion der Getriebeausgangsdrehzahl, der Drehzahl der Welle 6 ist ein Drehzahlsensor 70 vorgesehen. Zur Detektion der Getriebeeingangsdrehzahl, der Drehzahl der Welle 4 kann weiterhin ein zusätzlicher Drehzahlsensor 72 vorgesehen sein. Zur Detektion der Motordrehzahl ist ein Drehzahlsensor 71 vorgesehen.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal des Getriebes ist, daß über ein Zahnrad des Getriebes, wie beispielsweise Zahnrad

20 bis 24 die Elektromaschine 45, deren Stator 90 mit dem Getriebegehäuse fest verbunden sein kann als Anlasser der Brennkraftmaschine 2 die Welle 4 antreibt, wobei die Kupplung 101 geöffnet und die Kupplung 101 geschlossen ist. Ebenso kann die Elektromaschine 45 als Elektrogenerator, wie Lichtmaschine, angetrieben werden, wobei diese über die Abtriebswelle 6 bei geschlossenen Kupplungen 100, 101 mittels Rekuperation und/oder bei ausgekuppelter Brennkraftmaschine 2 mit kinetischer Energie versorgt wird. Alternativ kann die Elektromaschine 45 bei geschlossener Anfahrkupplung 3 mit kinetischer Energie im Umkehrvorgang des Starts mit kinetischer Energie versorgt, das heißt, angetrieben werden. Dies kann bei stehendem Fahrzeug und dann offener Kupplung 101 oder bei fahrendem Fahrzeug mit geschlossener Kupplung 101 erfolgen, wobei Kupplung 100 stets geschlossen ist. Es versteht sich, daß in vereinfachten Ausgestaltungsformen die Elektromaschine 45 auch nur Starter- oder Generatorfunktion aufweisen kann. Die Elektromaschine 45 ist radial außerhalb der Zahnradpaare zur Einstellung der Übersetzung in einer im Getriebegehäuse vorgesehenen Ausbuchtung untergebracht und der Stator 90 ist fest mit dem Getriebegehäuse verbunden. Es kann auch vorteilhaft sein, die Elektromaschine außerhalb des Getriebes 1 mit einem separaten Gehäuse an das Getriebegehäuse anzufüßeln und die Rotorwelle 28 in das Gehäuse zu führen und über eine entsprechende kraftschlüssige Verbindung, beispielsweise eine Verzahnung mittels Zahnrädern und mittels zumindest einer Kupplung abkoppelbar mit der Getriebeeingangswelle und/oder der Ausgangswelle zu verbinden. Desweiteren kann es unter anderem aus Gründen der effizienten Ausnutzung des Getriebebaurums sowohl vorteilhaft sein, die Elektromaschine mit der Ausgangsseite der Rotorwelle in oder entgegen der Richtung der Kurbelwelle auszurichten.

Bei der Erfindung handelt es sich um ein lastschaltendes oder lastschaltfähiges Getriebe 1. Die Lastschaltung wird dadurch durchgeführt, daß die Elektromaschine 45 mittels einer Kupplung 101 mit der Abtriebswelle 6 verbunden wird. Bei einem Schaltvorgang wird die Elektromaschine 45 bei einem beginnenden Ausrückvorgang der Anfahrkupplung 3 gestartet, wobei die Kupplungen 100, 101 eingerückt sind oder zumindest durch Schlupf ein Drehmoment an die Ausgangswelle 6 übertragen.

Erfindungsgemäß werden dabei die Kupplungen 3, 100, 101 mit den Kupplungsaktoren 80, 81, 82 automatisch betätigt, wobei die Aktoren 80, 81, 82 auch durch einen zentralen Aktor ersetzt sein können. Zwischen den Aktoren 80, 81, 82 und den Kupplungen 3, 100, 101 können ebenfalls - analog zu den Schaltaktoren 60, 61, 62 - Gestänge, Hydraulik- oder Pneumatikeinrichtungen sowie Unter-, beziehungsweise Übersetzungs- und/oder Verzweigungsgetriebe vorgesehen sein, so daß in einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel ein Kupplungsaktor, ein Schaltaktor und ein Wählaktor vorgesehen werden kann.

Zur Steuerung des Getriebes 1 und dessen Funktionen, insbesondere in Verbindung mit der Elektromaschine 45 umfaßt das Getriebe 1 weiterhin eine - nicht näher gezeigte - elektronische Steuereinheit 91 mit Mikroprozessor zur elektronischen Steuerung des Getriebes, eine Drehzahlerfassung, eine elektronische Drosselklappensteuerung oder Motorbefüllung und ein elektronisches Motorsteuerungssystem für den Verbrennungsmotor, ein manuell betätigbares Element zur Gangwahl, wie Hebel, Schalter oder ähnliches zur manuellen und/oder automatisierten Gangwahl, eine Anzeige im Fahrzeuginnenraum zur Ganganzeige. Die Eingabe dieser Fahrzeugwerte erfolgt über eine Schnittstelle In oder über einzelne Signaleingänge.

Für einen Anfahrvorgang wird ein niedriger Gang I, II

oder R im Getriebe eingelegt. Die Anfahrkupplung 3 schließt durch die Betätigung des Betätigungsaktors 80, während der Motor 2 unter Gaspedalbetätigung Drehmoment aufbaut, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Der Anfahrvorgang ist abgeschlossen, wenn die Anfahrkupplung 3 haftet. Das Motormoment wird nun über die geschlossene Kupplung 3 und den eingelegten Gang auf die Abtriebswelle 6 übertragen.

Der Schaltvorgang wird in jedem Fall durch den Schaltswunsch des Fahrers oder der automatischen Steuerung eingeleitet.

Die Kupplungen 3, 100, 101 können vorteilhaft als eine der folgenden, nicht bezüglich der Verwendbarkeit erschöpfend aufgezählten Kupplungen ausgebildet werden:

- Naß laufende Kupplung
- Trocken laufende Kupplung
- Scheibenkupplung
- Konuskupplung mit konischer/konischen Reibfläche/n
- Kupplung mit einer Reibfläche
- Kupplung mit zwei Reibflächen
- Kupplung mehrere Reibflächen (wie beispielsweise Lamellenkupplung)

Die Kupplungen oder Schiebemuffen 40, 41, 42 zum Verbinden der Losräder 31, 32, 33, 34, 35 mit der Welle 6 können vorteilhaft wie folgt ausgebildet sein:

- formschlüssige Kupplung, wie Klauenkupplung,
- reibschlüssige Kupplung

Um den Wirkungsgrad des Getriebes 1 zu optimieren ist es besonders vorteilhaft, die Kupplungen 40, 41, 42 oder Schiebemuffen zur Verbindung von Welle 6 und Losrad 31, 32, 33, 34, 35 im wesentlichen ohne äußeren zusätzlichen Energieaufwand geschlossen zu halten. Diesbezüglich können formschlüssige Kupplungen eingesetzt werden. Um eine reibschlüssige Kupplung ohne Energieaufwand geschlossen zu halten, können vorteilhaft kraft- oder energiespeichernde Elemente, wie beispielsweise Federn, vorgesehen sein, die die Reibflächen gegeneinander beaufschlagen. Ebenso können Ziehkeilgetriebe oder federbeaufschlagte Reibkupplungen verwendet werden.

Die Verzahnung des Formschlusses bei formschlüssigen Kupplungen kann verschieden ausgeführt sein, wie beispielsweise: glatt mit Rundung, konvexe Klaue, Berliet-Klaue oder Abweisklaue.

Es kann vorteilhaft sein, den Gang 1 und/oder den Rückwärtsgang R mit einer Synchronisierung mit Synchronisierungen auszustatten. In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann es zweckmäßig sein, wenn zumindest einzelne Gänge mit einer Synchronisierung mit Synchronisierungen ausgestattet sind.

Die Losräder 30 bis 35 und Kupplungen 40 bis 42 können bei Getrieben mit Vorgelegewelle unterschiedlich angeordnet werden. Das Losrad eines jeden Ganges kann entweder auf der Eingangswelle oder auf der Vorgelegewelle angeordnet sein. Somit kann auch die Lastschaltkupplung in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen auf der einen oder der anderen Welle angeordnet sein.

Die Fig. 2 zeigt ein mit dem Ausführungsbeispiel des Getriebes 1 in Fig. 1 identisches Getriebe 1a, bei dem die Kupplungen 100, 101 durch einen einzigen Aktor 181 angesteuert werden. Der Aktor 181 und das nachgeschaltete Verzweigungsgetriebe i kann dabei vorteilhafterweise so ausgestaltet sein, daß beide Kupplungen 100, 101 hintereinander oder unabhängig voneinander aus- und einrückbar sind.

Bei einem die Kupplungen **100**, **101** hintereinander, beginnend mit der Kupplung **100** einrückenden und in umgekehrter Reihenfolge ausrückenden Aktor **181** kann die Elektromaschine **145** bei eingerückter Kupplung **100** und bei ausgerückter Kupplung **101** die Brennkraftmaschine **102** direkt oder über einen Impulsstart, indem von der Elektromaschine **145** zuerst das Schwungrad **110** beschleunigt wird und anschließend die Anfahrkupplung **103** eingerückt und mit der kinetischen Energie des Schwungrads **110** die Brennkraftmaschine **102** gedreht wird, gestartet werden.

Wenn beide Kupplungen **100**, **101** eingerückt sind, ist das Getriebe **1a** blockiert. Diese Funktion kann als Parksperre benutzt werden.

In Fig. 3 ist ein erfindungsgemäßes, mit den Ausführungsmustern der Fig. 1 und 2 ähnliches Getriebe **201** dahingehend modifiziert, daß die Kupplung **200** zur Verbindung der Elektromaschine **245** mit der Antriebswelle **204** in der durch das Getriebegehäuse **207** abgegrenzte und ausgeformte Kupplungsglocke untergebracht ist und daher als Trockenkupplung ausgeführt werden kann. Die Kupplung **200** kann eine Dämpfungseinrichtung **200a**, beispielsweise in Form einer Kupplungsscheibe mit radial außen angebrachten Reibbelägen für einen Reibschluß mit einer Druck- und Anpreßplatte, die dreh-schlüssig mit der Kurbelwelle **202a** der Brennkraftmaschine **202** verbunden ist, aufweisen, so daß der Kraftfluß bei eingerückter Kupplung **200** von der Kurbelwelle **202a** über die Reibbeläge, das Eingangsteil und das relativ begrenzt gegen dieses entgegen der Wirkung von in Umfangsrichtung wirksamen Energiespeichern mit gegebenenfalls zugeschalteter Reibeinrichtung verdrehbare Ausgangsteil der Dämpfungseinrichtung **200a** über eine dreh-schlüssig auf der Hülse **200b** angeordnete Nabe an das die kraftschlüssige Verbindung zur Elektromaschine **245** bildende Zahnrad **220** geleitet wird, wobei die Hülse **200b** gegenüber der Getriebeeingangswelle **204** und gegenüber dem Getriebegehäuse **207** abgedichtet ist.

In dem gezeigten Getriebe **201** ist die Getriebeeingangswelle fest unter Zwischenschaltung einer Dämpfungseinrichtung **211** mit dem Schwungrad **210** verbunden, wobei aus Montagegründen die Verbindung dreh-schlüssig aber axial steckbar sein kann.

Dabei kann das Schwungrad auch als geteiltes Schwungrad ausgeführt sein, wobei das Schwungrad mit beiden gegeneinander unter Zwischenschaltung der Dämpfer, wie beispielsweise Bogenfedern, begrenzt oder über eine Rutschkupplung unbegrenzt gegeneinander verdrehbaren Massen auf der Kurbelwelle oder auf der Getriebeeingangswelle angeordnet sein können und jeweils mit der komplementären Welle eine dreh-feste Verzahnung bilden.

Von Vorteil kann weiterhin sein, eine Anfahrkupplung vorzusehen und die Kupplung **200** mit der Anfahrkupplung zu einer Doppelkupplung zu vereinigen und mit einem Aktor **280**, der ansonsten nur die Kupplung **200** betätigt und ein Zwischenge triebe i aufweisen kann, beide Kupplungen **200**, **203** zu betätigen.

In dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Brennkraftmaschine **202** bei eingerückter Kupplung **200** und bei geöffneter Kupplung **101** in der Neutralstellung des Getriebes **201**, das heißt die Schieb-hülsen **240**, **241**, **242** sind in der Neutralstellung und bilden keine Verbindung der Ausgangswelle **206** mit der Eingangswelle **204** aus, da diese infolge der fehlenden Anfahrkupplung beim Startvorgang mitgedreht wird, gestartet.

Der Generatorbetrieb der Elektromaschine **245** erfolgt in derselben Funktionsweise wie der Start der Brennkraftmaschine **202** mit einer Momentumkehr.

Im Rekuperationsfall wird die Kupplung **101** eingerückt und die Kupplung **200** ausgerückt.

Die Antriebsquelle wird bei geöffneter Kupplung **101** durch die Kupplung **200** festgelegt. Bei geöffneter Kupplung **200** kann mit der Elektromaschine allein gefahren werden, wird die Kupplung **200** eingerückt, kann die Elektromaschine **245** im Leerlauf, im Generatorbetrieb oder als zusätzliche Antriebsquelle als Booster betrieben werden.

Während der Schaltvorgänge zwischen den Gängen II-IV kann die Elektromaschine **245** während das Moment der Brennkraftmaschine **202** mittels Drehzahlerniedrigung abgesenkt wird, über den Gang I bei geschlossener Kupplung **101** und geöffneter Kupplung **200** auf die Ausgangswelle **206** Moment übertragen und damit das abnehmende Moment der Brennkraftmaschine **202** zumindest teilweise kompensieren, wobei während des Schaltvorgangs der eingelegte Gang ausgerückt und der neu einzulegende durch die Bildung eines Formschlusses eines der Losräder **231**, **232**, **233**, **234** mit der Ausgangswelle **206** mittels einer der Schieb-hülsen **240**, **241**, **242** Gang bei vorliegender Synchro-drehzahl und Momentenfreiheit zwischen den Formschluß bildenden Einheiten eingelegt wird. Die Einstellung der Synchro-drehzahl erfolgt dabei mittels der Drehzahlregelung der Brennkraftmaschine **202**, mittels der Ansteuerung der Elektromaschine **245** oder einer Steuerung beider Aggregate. Eingangswerte zur entsprechenden Ansteuerung der Aggregate können dabei zumindest die Drehzahlen der Ausgangswelle **206** und der Kurbelwelle **202a** sein, die über entsprechende Sensoren, beispielsweise die Drehzahlgeber **270**, **271** auswertbar sind.

Die Fig. 4 zeigt ein den vorangegangenen Figuren ähnliches Ausführungsbeispiel eines Getriebes **301**, das sich durch eine geänderte Anordnung der Getriebestufen von dem Ausführungsbeispiel **201** der Fig. 3 unterscheidet und deswegen ebenfalls ohne die in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen **101** bezeichnete Kupplung auskommt.

Gekennzeichnet ist das Getriebe **301** durch drei gleichartige Zahnradpaare mit auf der Getriebeeingangswelle **304** drehfest angeordneten Zahnradern **320**, **321**, **322**, **323**, **324**, **325**, die zur Bildung der Übersetzungsstufen I, II, III, IV, V mit auf der Ausgangswelle **306** angeordneten Losrädern **330**, **331**, **332**, **333**, **334**, **335** kämmen. Axial zwischen den jeweiligen Zahnradpaaren der Gänge beziehungsweise Übersetzungsstufen R und I, II und III, IV und V sind die Schieb-hülsen **340**, **341** und **342** auf einer Mittelposition, die einer Neutralposition entspricht, in der kein Losrad kraftschlüssig mit der Abtriebswelle **306** verbunden ist, angeordnet. Zur Aktivierung einer gewünschten Gangstufe I, II, III, IV, V oder R wird die entsprechende Schieb-hülse **340**, **341**, **342** mittels eines der Aktoren **360**, **361**, **362** bei Anliegen der Synchro-drehzahl und Momentenfreiheit zwischen Abtriebswelle und Losrad verschoben und die Getriebestufe aktiviert. Beispielsweise wird beim Schalten von Gang I auf Gang II der eingelegte Gang I zuerst mittels der Schieb-hülse **340** deaktiviert, indem diese auf die Neutralposition verlagert wird und anschließend bei Erreichen der Synchro-drehzahl die Schieb-hülse **341** aus der Neutralposition axial in Richtung Losrad **331** verschoben und mit diesem mittels der Schieb-hülse **341** und der Ausgangswelle **306** ein Formschluß gebildet. Entsprechend erfolgt die Schaltung der übrigen Gänge. Es versteht sich, daß die Elektromaschine **345** ebenfalls während den Schaltvorgang unterstützend auf das Abtriebsmoment wirken kann.

Die Kupplung beziehungsweise Schieb-hülse **340** nimmt zudem die Funktion der Ankoppelung der Elektromaschine **345** an die Ausgangswelle **306** dar, wobei je nach mit der Ausgangswelle **306** verbundenen Losrad **335** oder **330** die Drehrichtung der Elektromaschine **345** geändert werden kann. Die Kupplung **300** verbindet die Elektromaschine **345** mit der Brennkraftmaschine **302**, beispielsweise zum Star-

ten dieser, und wird von dem Aktor 380 betätigt.

Die Fig. 5 zeigt ein dem in Fig. 2 dargestellten Getriebe 1a ähnliches Getriebe 401 ohne die Kupplung 101 (Fig. 2). Deren Funktion übernimmt die Schiebehülse 440, die von einer Neutralposition ausgehend die Losräder 430, 435 der Gänge I und R und dadurch die Elektromaschine 445 bei Auswahl des Gangs I mittels der Schiebehülse 440 mit der Ausgangswelle 405 verbindet. Die Elektromaschine 445 ist dabei mittels der Zahnräder 427, 426 mit dem Losrad 420 dreh-schlüssig verbunden, wobei das Losrad 420 verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle 404 angeordnet ist und den Gang I bildet, in dem es mit dem Losrad 430 kämmt. Das Losrad 420 ist dabei an Getriebeeingangswelle 402 mittels der Kupplung 400 ankoppelbar, wobei die Kupplung 400 von dem Aktor 481 betätigt wird.

Die Funktion der Elektromaschine 445 sieht dabei einen Start-, einen Generator-, einen Rekuperationsbetrieb und/oder einen alleinigen oder einen die Brennkraftmaschine unterstützenden Betrieb vor.

Der Startbetrieb zum Starten der Brennkraftmaschine 402 mittels der Elektromaschine 445 erfolgt bei geschlossener Kupplung 400 und geschlossener Anfahrkupplung 403, die mittels des Aktors 480 betätigt wird, wobei alle Schiebehülsen 440, 441 und 442 sich in Neutralposition befinden, das heißt keine der Schiebehülsen bildet einen Formschluß zu den entsprechenden Losrädern 430, 435 aus.

Der Generatorbetrieb der Elektromaschine 445 erfolgt bei laufender Brennkraftmaschine 402 und geschlossener Anfahrkupplung 403 beim Stillstand des Fahrzeugs oder während der Fahrt. Hierbei ist die Kupplung 400 eingerückt.

Bei Vortrieb des Fahrzeugs mittels der Elektromaschine 445 ist die Kupplung 400 geschlossen und die Anfahrkupplung 403 geöffnet, wirkt die Elektromaschine 445 nur unterstützend auf den Betrieb des Elektromaschine Fahrzeugs mit der Brennkraftmaschine 402 ist die Anfahrkupplung 403 ebenfalls geschlossen. Bei Antrieb durch die 450 sind dabei prinzipiell zwei Pfade des Kraftfluß vorstellbar. Der eine verläuft über die Zahnräder 426, 427, 420, 430 bei geöffneter Kupplung 400 über die Schiebehülse 440 auf die Ausgangswelle 406 und der alternative Pfad über die geschlossene Kupplung 400 direkt auf die Getriebeeingangswelle 404 und von dort über eine der Gangstufen R, II, III, IV, V bei entsprechender Auswahl durch die Schiebehülsen 440, 441, 442 der Getriebestufen auf die Getriebeausgangswelle 406.

Im Rekuperationsmodus wird der eingelegte Gang ausgerückt und die Schiebehülse 440 in Richtung Losrad 430 verschoben, wodurch eine dreh-schlüssige Verbindung mit der Elektromaschine hergestellt wird, wobei diese beschleunigt wird und dadurch im Generatorbetrieb elektrische Energie aus der zugeführten kinetischen Energie erzeugen und einem externen Speicher zuführen kann. Eine Momentbegrenzung des auf die elektrische Maschine 445 übertragenen Moments kann durch Einkoppeln der Kupplung 400 erreicht werden, wodurch die Brennkraftmaschine bei geschlossener Anfahrkupplung 403 das Fahrzeug zusätzlich infolge eines anliegenden Schleppmomentes verzögern kann. Eine verzögernde Wirkung kann ebenfalls dadurch gegeben sein, daß ein noch eingelegter Gang II bis V und geöffneter Kupplung 400 einen Teil des Moments der Brennkraftmaschine 402 bei geschlossener Anfahrkupplung 403 zuführt. Die Kupplung 403 kann dabei dosierend eingesetzt werden, indem die Momentübertragung auf die Brennkraftmaschine über Schlupf geregelt wird.

In Fig. 6 ist ein Getriebe 501 gezeigt, das bis auf die Vertauschung der Gänge I und II mit den daraus resultierenden Übersetzungsverhältnissen dem Getriebe 401 in Fig. 5 entspricht. Dies hat den Vorteil, daß die Elektromaschine 545

im Generator- und Rekuperationsmodus mit vergleichsweise kleineren Drehzahlen betrieben wird und die durch die Zahnräder 520, 526 und 527 festgelegte Übersetzung zum Start der Brennkraftmaschine 502 beibehalten werden kann.

Fig. 7 zeigt ein Getriebe 601, das bis auf die Betätigung der Schiebehülsen 640, 641, 642 mit dem Getriebe 301 der Fig. 4 identisch ist. Die Schiebehülse 640, 641 und 642 werden im vorliegenden Ausführungsbeispiel von einem einzigen Aktor 660 betätigt, wobei ein Zwischengetriebe i zwischen dem Aktor 660 und den Schiebehülsen wirksam ist. Dieses Zwischengetriebe kann dergestalt sein, daß eine Schaltwalze die Schiebehülsen 640, 641, 642 unabhängig voneinander ansteuert und den gewünschten Gang entsprechend in einer bezüglich der Ausgangswelle axial erfolgenden Bewegung einlegt.

Das Getriebe 701 in Fig. 8 sieht anstatt des einen Aktors 660 in Fig. 7 zwei Aktoren 761, 760 vor, die über das Zwischengetriebe i die Schiebehülsen 740, 741, 742 betätigen, wobei vorzugsweise ein Aktor die Schiebehülsen betätigt - also schaltet - und der zweite Aktor die Auswahl, welche Schiebehülse von dem ersten Aktor betätigt wird, vornimmt. Dieses Schaltsystem ist dem Mechanismus von bekannten Handschaltgetrieben, bei denen mittels eines Schalthebels nach dem H-Prinzip geschaltet wird, ähnlich, wobei im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Aktoren 760, 761 den automatisierten Schaltvorgang übernehmen und vorzugsweise direkt im Getriebegehäuse untergebracht sind, aber auch in Spezialfällen als Aufsatz (add-on) zum Ersatz eines manuell mittels eines Schalthebels betätigten Getriebes zu dessen Automatisierung außerhalb des Getriebes die Handschaltmimik ersetzend angeordnet sein können.

Das Getriebe 801 in Fig. 9 kommt mit fünf Zahnradpaaren für die Getriebeübersetzungen R, I bis V aus, wobei die Elektromaschine 841 wiederum auf dem Zahnradpaar für den Gang R bzw. I dreh-schlüssig angeordnet ist und für die beiden Gänge R und I ein Zahnradpaar mit einem verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle 804 angeordneten Zahnrad 820 und einem Losrad 830, das verdrehbar auf der Ausgangswelle 806 angeordnet ist, vorgesehen ist. Die Zahnräder 820, 830 sind dabei mittels der Kupplung 800 bzw. mittels der Schiebehülse 840 mit der Eingangswelle 804 bzw. Getriebeausgangswelle 806 dreh-schlüssig verbindbar.

Mit der Ausnahme der Verwendung nur eines Zahnradpaares für die Gänge R und I entspricht das Getriebe 801 dem Getriebe 301 in Fig. 4. Der Antrieb im Rückwärtsgang R erfolgt dabei durch die Elektromaschine 845, so daß das Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr entfallen kann und daher die Übersetzung ebenfalls für den ersten Gang I benutzt werden kann. Die drehfeste Verbindung mit der Ausgangswelle 806 des Getriebes 801 erfolgt dabei mittels der Schiebehülse 840, die einen Formschluß mit dem Losrad 830 bildet.

Das Getriebe 901 in Fig. 10 ist eine vorteilhafte Weiterbildung des Getriebes 301 in Fig. 4, wobei das Getriebe 901 entsprechend für einen Frontquereinbau vorgesehen werden kann und die Ausgangswelle 906 mittels eines Zahnrades 906a mit einem weiteren Zahnrad 990 verzahnt ist, wobei das Zahnrad 990 ein Differential 991 aufnimmt, das das Antriebsmoment gleichmäßig und unabhängig von dem beschriebenen Radius der Antriebsräder an diese abgibt. Der Drehzahlsensor 970 nimmt dabei die Drehzahl am Außenumfang am Zahnrad 906a auf und gibt ein entsprechendes Signal an die nicht gezeigte Steuereinheit weiter.

Das Getriebe 1001 in Fig. 11 zeigt eine entsprechende Anordnung des Getriebes 301 aus Fig. 4 als beispielhafte Anordnung eines erfindungsgemäßen Getriebes für einen Längseinbau der Brennkraftmaschine mit dem sich an-

schließendem Getriebe 301. Das Differential 1091 schließt sich dabei direkt an der Getriebeausgangswelle 1006 an. Die Antriebswellen 1092, 1093 sind dabei annähernd rechtwinklig zu der Ausgangswelle 1006 angeordnet, während die Antriebswellen 992, 993 des Getriebes 901 in Fig. 10 annähernd parallel zu der Getriebeausgangswelle 906 angeordnet sind. Der Drehzahlfühler 1070 greift die Drehzahl an einem drehfest mit der Getriebeausgangswelle 1006 verbundenen, zum Differential gehörigen Zahnrad 1091a ab, das hierzu entsprechende Anprägungen und/oder Ausnehmungen oder Marken entsprechender Art aufweisen kann, die von dem Drehzahlfühler 1070 aufgenommen werden können.

Die Fig. 12 zeigt ein Getriebe 1101 mit einer vorteilhaften Veränderung der Übersetzung der Elektromaschine 1145, das abgesehen von diesem Unterschied mit dem Getriebe 301 der Fig. 4 vergleichbar ist. Eine derartige Anordnung der Elektromaschine 1145 ist verständlicherweise auch für die übrigen Ausführungsformen, die in dieser Anmeldung beschrieben sind, anwendbar.

Die Elektromaschine 1145 ist dazu auf einem Zahnradpaar zur Einstellung einer Übersetzungsstufe beispielsweise auf dem Gang I mit dem Zahnradpaar 1130/1120 angeordnet. Mit dem Zahnrad 1120 kämmt ein weiteres Zahnrad 1126 zur Drehrichtungsumkehr, das mit dem 1129 kämmt und eine Übersetzung der Drehzahl die von der Ausgangswelle 1106 oder von der Eingangswelle 1104 übertragen werden, ins Schnelle bewirkt bzw. die Drehzahlen der Elektromaschine 1145 untersetzen. Mit dem Zahnrad 1129 ist drehfest ein weiteres Zahnrad 1128 mit größerem Durchmesser verbunden, das mit einem auf der Rotorwelle 1145a drehfest angeordneten Zahnrad kleineren Durchmessers 1127 kämmt, so daß insgesamt noch einmal eine in Richtung der Drehmaschine 1145 übertragene Drehzahl übersetzt bzw. eine von der Elektromaschine 1145 auf die Getriebeeingangswelle 1104 oder die Ausgangswelle 1106 übertragene Drehzahl untersetzt wird. Dadurch kann ein Start der Brennkraftmaschine 1102 bei geschlossener Anfahrkupplung 1103 mit vergleichsweise hoher Drehzahl der Elektromaschine 1145 und damit bei kleinerem Drehmoment, insbesondere als Direktstart, durchgeführt werden. Weiterhin ist die Möglichkeit der Rekuperation auch schon bei kleinen Drehzahlen der Ausgangswelle 1106, also bei kleinen Geschwindigkeiten möglich. Die Erfassung der Drehzahlen der Elektromaschine 1145 kann unter Berücksichtigung der anliegenden Übersetzung an einem der Zahnräder 1127 oder – wie hier gezeigt – 1129 mittels des Drehzahlgebers 1192 ermittelt werden.

Ein weiteres, vorteilhaftes Getriebe 1201, das im wesentlichen mit dem Getriebe 301 in Fig. 4 übereinstimmt, ist in Fig. 13 gezeigt, wobei das Getriebe 1201 eine Elektromaschine 1245 aufweist, die über ein kontinuierlich verstellbares Getriebe mit der Getriebeeingangswelle 1204 bzw. der Getriebeausgangswelle 1206 verbindbar ist.

Die Anbindung über ein derartiges, vorzugsweise als Kegelscheibenumschlingungsmittelgetriebe ausgeführtes, bezüglich seiner Übersetzung kontinuierlich verstellbares Getriebe 1228 erfolgt in an sich bekannter Weise mittels eines auf der Rotorwelle 1245a drehfest angeordneten Scheibenpaares 1228a und eines mittels eines Zahnrads 1227, das mit dem Zahnrad 1220 der Gangstufe I kämmt, mit dem Getriebe 1201 in Verbindung stehenden, zweiten Scheibensatz 1228b, wobei zwischen beiden Kegelscheibensätzen 1228a, 1228b ein Umschlingungsmittel 1228c axial eingeschlossen ist, das in Abhängigkeit von den Laufradien auf den Scheibensätzen eine entsprechende Übersetzung einstellt und über einen Reibschluß mit den Scheibensätzen 1228a, 1228b eine Drehmomentübertragung zwischen den beiden Scheibensätzen mit unterschiedlicher, variierender Überset-

zung zuläßt. Hierzu ist zumindest jeweils eine Kegelscheibe der Kegelscheibensätze 1228a, 1228b zur Einstellung der Übersetzung axial verlagerbar. Die Ansteuerung der axial verlagerbaren Kegelscheiben ist hier nicht näher dargestellt und erfolgt in an sich bekannter Form, beispielsweise über Hydraulikeinheiten, Fliehkraftverstellung und/oder dergleichen. Es versteht sich, daß eine entsprechende Anordnung auch auf den Zahnradpaaren andere Gänge ausgeführt sein kann.

Von Vorteil ist die variable Übersetzung zwischen Elektromaschine 1245 und der Eingangswelle bzw. Ausgangswelle 1204, 1206, da hierdurch eine der Elektromaschine 1245 bezüglich ihres Leistungsmaximums entsprechende Drehzahl genau eingestellt werden kann. Beispielsweise kann beim Start der Brennkraftmaschine 1202 eine Übersetzung der Drehzahl der Elektromaschine 1245 ins Langsame eingestellt werden, das heißt, daß das Umschlingungsmittel im Bereich des Scheibensatzes 1228a auf einem kleinen Radius und im Scheibensatz 1228b auf einem großen Radius umläuft, um bei hohen Drehzahlen der Elektromaschine 1245 und daher geringerem erforderlichem Drehmoment die Brennkraftmaschine 1202 bei niedrigen Drehzahlen der Kurbelwelle 1202a gestartet werden kann. Es versteht sich, daß hierzu die Anfahrkupplung 1203 geschlossen ist.

Im Generatorbetrieb kann bei entsprechend höherer Drehzahl der Getriebeeingangswelle 1204 bzw. Getriebeausgangswelle 1206 die Übersetzung entsprechend eingestellt werden, daß die Elektromaschine 1245 stets bei der Drehzahl des Leistungsmaximums betrieben werden kann. Dasselbe gilt für eine Steuerroutine, die die Übersetzung des Umschlingungsmittelgetriebes 1228 im Rekuperationsmodus bzw. im antriebsunterstützenden bzw. alleinigen Antriebsmodus steuert bzw. einstellt. Die Anpassung des auf die Ausgangswelle 1206 zu übertragenden Moments während eines Schaltvorgangs kann ebenfalls durch die exakte Einstellung der Übersetzung des Umschlingungsmittelgetriebes verbessert werden.

Fig. 14 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes 1301, bei dem die Elektromaschine 1345 mit der Getriebeeingangswelle 1304 und/oder der Getriebeausgangswelle 1306 verbindbar ist, wobei die Elektromaschine 1345 im Unterschied zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 14 dreheschlüssig mit dem um die Ausgangswelle 1306 angeordneten Losrad 1330 der Gangstufe I dreheschlüssig verbunden ist. Im übrigen ist das dargestellte Getriebe 1201 mit dem Getriebe 301 der Fig. 4 vergleichbar, die Übertragung des Drehmoments erfolgt ebenfalls über ein drehfest mit der Rotorwelle 145 verbundenes Zahnrad 1327, das mit einem Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr 1326 kämmt, das wiederum mit Losrad 1330 der Getriebe- stufe I bzw. des Ganges I kämmt.

Das Ausführungsbeispiel eines Getriebes 1401 in Fig. 15 zeigt die Möglichkeit der Anordnung einer Elektromaschine 1445 mit Einleitung bzw. Ausleitung des Drehmoments in das aus den Zahnrädern 1425, 1435 bestehende Zahnradpaar sowie einem Zahnrad zur Drehrichtungsumkehr 1436 des Rückwärtsganges R. Die Elektromaschine 1445 ist dabei mit der Rotorwelle 1445a und dem drehfest auf dieser befestigten Zahnrad 1427 in Richtung Brennkraftmaschine 1402 ausgerichtet, wodurch sich eine vorteilhafte Unterbringung der Elektromaschine bezüglich ihres Durchmessers radial außerhalb radial kleiner bauenden Zahnräder 1420, 1421 der Gänge I und II ergeben kann. Im übrigen ist das Getriebe 1401 dem Getriebe 301 in der Fig. 4 ähnlich.

Fig. 16 zeigt ein Getriebe 1501, das mit dem Getriebe 301 der Fig. 4 vergleichbar ist mit dem Unterschied, daß die Elektromaschine 1545 konzentrisch um die Getriebeein-

gangswelle 1504 angeordnet ist.

Der Starter 1590 der Elektromaschine 1545 ist dabei gehäusefest beispielsweise an einem Gehäuseteil 1507 angebracht. Der Rotor 1529 ist drehfest mit der auf der Getriebeingangswelle 1504 gelagerten Hülse 1504a verbunden, die gleichzeitig das Ausgangsteil der Dämpfungseinrichtung 1511 bildet, die die Torsionsschwingungen zwischen der Hülse 1504a und der Kurbelwelle 1502a bei geschlossener Anfahrkupplung 1503 dämpft. Auf der Hülse 1504a sind weiterhin die Zahnräder 1520, 1525 drehfest aufgenommen, die mit den Losrädern 1530, 1535 der Gänge R und I kämmen und damit eine Drehmomentübertragung der Elektromaschine 1545 auf die Abtriebswelle ermöglichen, wobei der entsprechende Drehschluß mittels der Schiebehülse 1540 zu der Getriebeausgangswelle 1506 hergestellt wird. Die Verbindung zur Getriebeingangswelle 1504 erfolgt über die Anfahrkupplung 1503.

Es versteht sich, daß der Rotor aus Gründen der Einhaltung des Spaltes zwischen Stator 1590 und Rotor 1529 separat gelagert sein kann, wobei ein mit dem Gehäuse verbundener Lagerflansch den Rotor verdrehbar beispielsweise über Lager aufnehmen kann.

Die in Fig. 17 gezeigte Anordnung eines Getriebes 1601 kommt ohne eine Anfahrkupplung aus. Die Brennkraftmaschine 1602 ist mittels einer Torsionsschwingungsdämpfungseinrichtung 1611 mit radial außen vorgesehenen Schwungmassen 1611a direkt mit der Getriebeingangswelle 1604 verbunden. Die Elektromaschine 1645 ist mittels des Losrades 1620 für den Gang I mit der Getriebeingangswelle 1604 drehSchlüssig verbindbar, wobei das Losrad 1620 mittels der Schiebehülse 1620a, die von dem Aktor 1681 betätigt wird. Weiterhin ist die Elektromaschine 1645 mit der Ausgangswelle 1606 über die Kupplung 1600, die mittels des Aktors 1680 bedient wird, drehSchlüssig verbindbar.

Die nicht näher bezeichneten Gänge mit den entsprechenden Gangradpaaren werden wie in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen angeordnet und eingelegt.

Das Zusammenwirken der Brennkraftmaschine 1602 und der Elektromaschine 1645 ohne eine Anfahrkupplung gestaltet sich folgendermaßen:

Im Startbetrieb erfolgt eine kraftSchlüssige bzw. formschlüssige Verbindung der Getriebeingangswelle 1604 mit dem Losrad 1620 mittels der Schiebehülse 1620a. Die Schiebehülsen 1641, 1642 und 1643 sind in Neutralstellung angeordnet, so daß die entsprechenden Losräder frei auf der Ausgangswelle 1606 verdrehbar sind. Die Elektromaschine 1645 überträgt darauf ein Drehmoment über die Getriebeingangswelle 1604 auf die Kurbelwelle 1602a und startet die Brennkraftmaschine 1602. Weiterhin ist denkbar, wenn die Brennkraftmaschine 1602 über elektrisch angesteuerte Ventile - wie in Fig. 36 verdeutlicht - verfügt, in dieser Zeit die Ventile allesamt zu öffnen und die Kurbelwelle über die Schwungmassen 1611a des Torsionsschwingungsdämpfers 1611 zuerst zu beschleunigen und dann die für den Startprozeß notwendigen Ventile zu schließen und die Brennkraftmaschine 1602 zu starten.

Während der Schaltvorgänge zwischen einem eingelegten und einem neu einzulegenden Gang, beispielsweise von Gang II nach Gang III, kann die Elektromaschine 1645 über das Zahnradpaar 1620/1630 des Ganges I Drehmoment in die Ausgangswelle 1606 einspeisen, wobei hierzu die Kupplung 1600 geschlossen sein kann oder schlupfen kann. Gleichzeitig mit der Absenkung der Drehzahl der Brennkraftmaschine 1602 bei einem Hochschaltvorgang wird die Elektromaschine 1645 aktiviert bzw. die Kupplung 1600 geschlossen, sofern die Elektromaschine 1645 bereits über die Schiebehülse 1620a im Generatorbetrieb mitläuft, wobei die

Kupplung bzw. Schiebehülse während des Schaltvorgangs geöffnet wird. Die Abstimmung der Drehzahlabenkung der Brennkraftmaschine 1602 und dem zunehmenden Drehmomenteintrag der Elektromaschine 1645 erfolgt in der Weise, daß bei ausreichendem Drehmomentbeitrag der Elektromaschine der Gang II ausgerückt wird und bei entsprechender Synchronisationsdrehzahl, die ebenfalls durch die Elektromaschine 1645 eingestellt wird, die Schiebehülse 1642 aus der Neutralposition zur Bildung eines Formschlusses mit dem Losrad 1632 des Ganges III axial zur Bildung des Formschlusses verschoben wird und sodann der Drehmomentbeitrag der Elektromaschine 1645 abgesenkt und die Drehzahl der Brennkraftmaschine wieder erhöht wird. Alternativ ist es möglich, die Elektromaschine 1645 über die Kupplung 1600 von der Getriebeingangswelle wieder abzukoppeln und zum Erreichen eines Generatorbetriebs wieder mit der Getriebeingangswelle 1604 mittels der Schiebehülse 1620a zu verbinden. Die Schaltvorgänge in die nächsten Gänge als Hochschaltvorgänge werden entsprechend ausgeführt. Rückschaltvorgänge werden entsprechend ausgeführt mit dem Unterschied, daß die Drehzahl der Brennkraftmaschine nach Ausrücken des eingelegten Ganges angehoben wird und die Elektromaschine die Ausgangswelle 1606 abbremst und dabei elektrische Energie erzeugt und diese auf einen Speicher, beispielsweise einen elektrischen Akkumulator wie Hochstrombatterie oder einen Kondensator überträgt. Bei Erreichen der Synchronisationsdrehzahl und Momentenfreiheit auf der Schiebehülse des neu einzulegenden Ganges wird der Formschluß zwischen Schiebehülse und entsprechendem Losrad für den neu einzulegenden Gang gebildet.

Der Generatorbetrieb erfolgt wie bereits beschrieben dadurch, daß die elektrische Maschine mittels der Schiebehülse 1620a mit Losrad 1620 und damit mit der Getriebeingangswelle 604 drehfest verbunden wird und damit entsprechend der eingestellten Übersetzung drehzahlabhängig mit der Drehzahl der Brennkraftmaschine 1602 betrieben wird. Alternativ ist es möglich den Generatorbetrieb über die geschlossene Kupplung 1600 bei frei drehendem Losrad 1620 in Abhängigkeit von der Drehzahl der Ausgangswelle 1606 vorzusehen. Dieser Kraftweg kann auch eingeschlagen werden, wenn das Fahrzeug mittels Rekuperation verzögert werden soll, wobei hierzu der gerade eingelegte Gang ausgerückt werden kann und die Elektromaschine 1645 allein und ohne das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 1602 das Fahrzeug verzögert. Diese Betriebsweise ist bezüglich der Umwandlung von kinetischer Bremsenergie in elektrische Energie effektiver, für starke Verzögerungen kann es jedoch möglich sein, daß bei Nichtgebrauch der Fahrzeugbremsen die Elektromaschine 1645 überlastet wird. Einer derartigen Überlastung der Elektromaschine kann durch entsprechende ProgrammROUTinen in der Steuereinheit vorgebeugt werden, wobei der bezüglich der an der Ausgangswelle 606 anliegenden Drehzahl entsprechende Gang einge-rückt werden kann.

Das in Fig. 18 dargestellte Getriebe 1701 weist - verglichen mit dem Getriebe 1601 in Fig. 7 - eine zusätzliche Anfahrkupplung 1703 auf, die von dem Aktor 1781 angesteuert wird. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß während der Rekuperation ein eingelegter Gang II bis V eingelegt bleiben kann und die Anfahrkupplung 1703 während der Rekuperationsphase geöffnet und bei drohender Überlastung der Elektromaschine 1745 die Kupplung 1703 geschlossen und dadurch das Schleppmoment des Motors zur zusätzlichen Verzögerung genutzt werden kann. Weiterhin ist es mit dieser Anordnung möglich mit der Elektromaschine 1745 einen Impulsstart der Brennkraftmaschine 1702 durchzuführen, wobei bei geöffneter Anfahrkupplung 1703 die Schwungmasse 1711 der Anfahrkupplung 1703 zuerst beschleunigt

und dann diese geschlossen wird und mittels der im Schwungrad 1711 gespeicherten kinetischen Energie mit oder ohne Unterstützung der Elektromaschine 1745 die Brennkraftmaschine 1702 gestartet wird. Während Schaltvorgängen besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Brennkraftmaschine 1702 ganz von der Getriebeeingangswelle 1704 abzukoppeln, wodurch die Synchronisationsdrehzahl unabhängig von dieser mittels der Elektromaschine 1745, die hierzu gleichzeitig bei Hochschaltvorgängen Drehmoment in die Getriebeausgangswelle 1706 einleiten kann, eingestellt wird.

Die Fig. 19 sieht ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes 1801 vor, das mit dem Getriebe 1701 der Fig. 18 bis auf das Fehlen der Kupplung 1700 der Fig. 18 identisch ist, wobei die Funktion dieser Kupplung in der Schiebchülse 1841 integriert ist. Die Schiebchülse 1841 verbindet hierzu ein entsprechendes Losrad 1830 des ersten Ganges formschlüssig mit der Ausgangswelle 1806.

Die Fig. 20 bis 35 geben die Pfade des Drehmoments beziehungsweise die Kraftwege für typische Fahrsituationen von erfindungsgemäßen Getrieben wieder. Dabei sind die entlang der Getriebebauteile auftretenden Kraftbeziehungsweise Momentenpfade dicker ausgeführt und die Kraftbeziehungsweise Momentenrichtung ist mit einem Pfeil versehen.

Fig. 20 zeigt den Kraftweg von der Brennkraftmaschine 2002 zur Abtriebswelle und nachfolgenden - nicht gezeigten - Antriebsrädern bei der Rückwärtsfahrt.

Die Brennkraftmaschine 2002 leitet das Antriebsmoment über die drehfest mit der Kurbelwelle 2002 verbundene geschlossene Anfahrkupplung 2003 an die auf der Getriebeeingangswelle 2004 gelagerten Hülse 2000b weiter, von dort auf das drehfest auf dieser angeordnete, zum Gangradpaar des Rückwärtsganges R gehörige Zahnrad 2025, das mit dem Zahnrad 2036 zur Drehrichtungsumkehr kämmt und die Kraft auf das Losrad 2035 leitet, das verdrehbar auf der Getriebeausgangswelle 2006 angeordnet ist und über die Schiebchülse 2040 formschlüssig mit der Ausgangswelle 2006 verbunden ist, das das anliegende Drehmoment an die - nicht gezeigten - Antriebsräder weiterleitet.

Fig. 21 zeigt den Kraftweg eines erfindungsgemäßen Getriebes im Generatorbetrieb während der Fahrt. Die Brennkraftmaschine 2102 treibt direkt die Getriebeeingangswelle 2104 an, die mittels der dreh Schlüssig angeordneten Zahnräder der Zahnradpaare II bis V - hier bei eingelegtem Gang III - mit Losrädern, die mit entsprechenden Schiebchülsen dreh Schlüssig mit der Getriebeausgangswelle 2106 verbindbar sind, kämmt.

Über die geschlossene Schiebchülse 2140 wird ein Teil des auf die Getriebeausgangswelle 2106 übertragenen Moments auf das Losrad 2130 abgezweigt, das über die Zahnradkombination 2120 und 2127 die Elektromaschine 2145 antreibt, die durch das anstehende Drehmoment beschleunigt wird und die ankommende kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt. Die Drehzahl der Elektromaschine 2145 hängt dabei von der Drehzahl der Ausgangswelle 2106 ab und ist von der über die von den Zahnraddurchmessern bzw. Zähnezahle der Zahnräder 2127, 2120, 2130 festgelegte Übersetzung abhängig.

In Fig. 22 ist ebenfalls der Generatorbetrieb während der Fahrt des Fahrzeugs dargestellt, wobei der Generator mit der Getriebeeingangswelle 2204 verbunden ist. Hierzu wird die Anfahrkupplung 2203 geschlossen und damit eine direkte Verbindung zwischen der Brennkraftmaschine 2202 und der Elektromaschine 2245 über die Hülse 2220b gebildet, wobei auf der Hülse 2220b das Zahnrad 2220 des Zahnradpaars für den Gang I bzw. R drehfest angebracht ist und das Zahnrad 2220 mit dem drehfest auf der Rotorwelle angeordneten

Zahnrad 2227 kämmt und dadurch die Übersetzung zwischen der Drehzahl der Brennkraftmaschine 2202 und der Drehzahl der Elektromaschine 2245 festgelegt wird.

Über die Getriebeeingangswelle 2204 wird analog zu der Fig. 21 das Fahrzeug über die Gänge II bis V - hier ebenfalls im Gang III gezeigt - angetrieben.

In der Fig. 23 ist der Kraftweg bei stillstehendem Fahrzeug gezeigt, bei dem die Brennkraftmaschine 2202 - in zu Fig. 22 analoger Weise die Elektromaschine 2245 antreibt und alle Schiebchülsen 2240 bis 2242 in Neutralstellung stehen, so daß kein Drehmoment auf die Ausgangswelle 2206 übertragen wird und folglich das Fahrzeug nicht angetrieben wird. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine 2202 kann dabei dem Ladezustand des Speichers entsprechend angepaßt werden.

Fig. 24 zeigt einen Fahrzeugzustand im Gang I, bei dem sowohl die Brennkraftmaschine 2202 als auch die Elektromaschine 2445 Drehmoment auf die Ausgangswelle 2206 übertragen. In diesem - Boostbetrieb genannten - Betriebsmodus ist die Brennkraftmaschine 2202 mittels der Anfahrkupplung 2203 und Hülse 2200b mit dem drehfest auf der Hülse angeordneten Zahnrad 2220 der Getriebeübersetzungsstufe I verbunden, das mit dem mittels der Schiebchülse 2240 mit der Getriebeausgangswelle drehfest verbundenen Losrad 2230 kämmt und damit das von der Brennkraftmaschine 2202 und von der elektrischen Maschine 2445 in die Übersetzungsstufe I eingetragene Drehmoment an die - nicht gezeigten - Antriebsräder überträgt. Der Boostbetrieb dient vorzugsweise zur schnelleren Beschleunigung des Fahrzeugs in der Getriebestufe I also im Gang I, wobei verständlicherweise die Brennkraftmaschine 2202 mittels einer weiteren Gangübersetzung der Übersetzungsstufen II bis V ein Antriebsdrehmoment auf die Getriebeausgangswelle übertragen kann und gleichzeitig die Elektromaschine 2345 über die Gangstufe I ein Moment auf die Ausgangswelle 2206 übertragen kann und damit ein Boostbetrieb vorgesehen sein kann, der über zwei verschiedene Getriebestufen auf die Ausgangswelle 2206 wirkt, beziehungsweise die Elektromaschine 2245 die Brennkraftmaschine 2245 auch in anderen Gängen unterstützt.

Fig. 25 zeigt an einem erfindungsgemäßen Getriebe den Betriebsmodus der Rekuperation. Über die Getriebeausgangswelle 2206 wird bei geschlossener Schiebchülse 2240 der Gangstufe I ein Moment von den Antriebsrädern auf die Elektromaschine mittels der Zahnräder 2230, 2220, 2227, die jeweils miteinander kämmt, übertragen. Die Elektromaschine 2245 wird dabei im Generatorbetrieb gefahren und wandelt die von der Getriebeausgangswelle 2206 übertragene kinetische Energie in elektrische Energie um, wodurch das Fahrzeug verzögert wird. Die Leistung der elektrischen Maschine 2045 sowie durch die im Kraftfluß dazwischen liegenden Zahnradern festgelegte Übersetzung bestimmt dabei die Verzögerungswirkung. Bei mangelnder Bremswirkung kann zusätzlich über Anfahrkupplung 2203 das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 2202 zur Verzögerung herangezogen werden, bzw. die im Fahrzeug vorgesehenen Bremsen.

Die Fig. 26, 26a, 27, 27a, 28 zeigen den Ablauf einer durch die Elektromaschine 2445 lastunterstützten Schaltung am Beispiel einer Zughochschaltung von Gang II nach Gang III.

In Fig. 26 ist dabei das Getriebe in Fahrstufe II, daß heißt die Brennkraftmaschine 2202 überträgt über die Getriebeeingangswelle 2204 und das Gangradpaar 2221/2223 das Drehmoment der Brennkraftmaschine auf die Ausgangswelle 2206, wobei die Schiebchülse 2241 das als Losrad ausgebildete Zahnrad 2231 formschlüssig mit der Getriebeausgangswelle 2206. Die Elektromaschine 2245 kann dabei

im Generatorbetrieb vorgesehen sein, beispielsweise über eine Verbindung mit der Getriebeeingangswelle mittels der Kupplung 2203 oder wie in der Fig. 26 gezeigt mittels eines Formschlusses der Schiebehülse 2240 mit dem Losrad 2230 der Getriebestufe I mit der Ausgangswelle 2206, wobei die elektrische Maschine auf der Getriebeübersetzung des Gangs I angeordnet ist.

Zur Einleitung der Schaltung wird die Elektromaschine 2245 mit elektrischer Energie aus dem externen Speicher bestrahlt und leitet über die Gangstufe I bei geschlossener Schiebehülse 2240 Drehmoment in die Getriebeausgangswelle 2206 ein. Gleichzeitig wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine 2202 vermindert.

In Fig. 27 ist der nächste Schritt gezeigt, bei dem die Schiebehülse 2241 in Neutralstellung verschoben wurde und die Elektromaschine 2245 über die Gangstufe I den Vortrieb des Fahrzeugs aufrecht erhält. Entsprechend der Leistung der Elektromaschine 2245 wird das fehlende Drehmoment der Brennkraftmaschine 2202 während des Schaltvorgangs, wenn der vorhergehende Gang bereits ausgerückt und der neu einzulegende Gang noch nicht eingelegt ist, vollständig oder nur teilweise kompensiert. In dieser Phase wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine 2202 so verändert, daß die Synchrondrehzahl für die neue Gangstufe III erreicht wird.

Ist wie in Fig. 27a gezeigt - die Synchrondrehzahl erreicht und die Schiebehülse 2241 momentenfrei, wird die Schiebehülse axial in Richtung Losrad 2232 verschoben und bildet mit diesem einen Formschluß, so daß die Brennkraftmaschine 2202 über die Getriebeeingangswelle 2204 und das drehfest auf diese angeordnete Zahnrad 2222 der Getriebestufe III Moment auf die Getriebeausgangswelle 2206 übertragen kann und die neue Gangstufe dadurch eingelegt ist.

In Fig. 28 wird die Bestromung der Elektromaschine 2245 beendet und die Maschine wieder im Generatorbetrieb wie in Fig. 26 gezeigt betrieben.

In Fig. 29 ist beispielhaft die Möglichkeit einer Beschaltung des Getriebes zum Verhindern eines unbeabsichtigten Wegrollens des Fahrzeugs gezeigt. Bei geschlossener Anfahrkupplung 2203 werden die Schiebehülsen 2240 zur Verbindung des Losrades 2220 der Getriebestufe I bzw. des Rückwärtsgangs R und die Schiebehülse einer weiteren Getriebeübersetzung, beispielsweise die Schiebehülse 2241 für den dritten Gang zur Verbindung des Losrades 2222 mit der Ausgangswelle 2206 verbunden, mit der die - nicht gezeigten - Antriebsräder verbunden sind. Durch Verbindung der Hülse 2200b mit der Getriebeeingangswelle 2204 mittels der Anfahrkupplung 2203 sind die beiden Gangstufen I und III mit ihren unterschiedlichen Übersetzungen formschlüssig miteinander verbunden, so daß sich das Getriebe selbst blockiert.

In Fig. 30 ist der Start der Brennkraftmaschine 2202 mittels der Elektromaschine 2245 über den entsprechenden Kraftweg gezeigt, wobei die Brennkraftmaschine 2202 direkt von der Elektromaschine 2245 gestartet werden kann oder über einen sogenannten Impulsstart, bei dem zuerst bei geöffneter Anfahrkupplung 2203 die Schwungmasse der Kupplung beschleunigt wird und anschließend mittels der kinetischen Energie der Schwungmasse der Anfahrkupplung 2203 gestartet wird, wobei die Elektromaschine 2245 zusätzlich unterstützend bestrahlt werden kann. Die Anfahrkupplung 2203 verbindet dabei reibschlüssig die Getriebeeingangswelle 2204, die mit der die Kurbelwelle 2202a direkt verbunden ist, mit der Hülse 2200b, die die Elektromaschine 2245 über eine Verzahnung mittels der Zahnräder 2227, 2220 dreh-schlüssig verbindet.

Eine weitere Form des Starts der Brennkraftmaschine

2202 ist der Start während der Rekuperation als Schleppstart. Der hier vorliegende Kraftweg ist in Fig. 31 dargestellt. Von den Antriebsrädern wird kinetische Energie in Form eines Drehmoments in die Ausgangswelle 2206 und von dort über die geschlossene Schiebehülse 2240 in das Gangradpaar 2230/2220 eingeleitet, wobei über die drehfeste Befestigung des Zahnrades 2220 auf der Hülse 2200b das Drehmoment über die geschlossene Kupplung 2203 auf die Kurbelwelle 2202a geleitet und damit die Brennkraftmaschine 2202 entgegen dem von dieser entgegeng gehaltenen Schleppmoment gestartet wird. Zur Erhöhung des Startkomforts kann dabei vorgesehen werden, daß die Kupplung 2203 erst mit zunehmendem, von der Getriebeausgangswelle 2206 eingetragenen Drehmoment langsam geschlossen oder schlupfend betrieben wird. Weiterhin kann vorgesehen werden, daß die Elektromaschine 2245 zusätzlich über die Hülse 2220 einen Drehmomentbeitrag leistet und dadurch den Komfort des Schleppstarts noch erhöht. Die Schiebehülsen der übrigen Gangübersetzungen II bis V sind hierbei Neutralposition.

Entsprechend folgt ein Schleppstart der Brennkraftmaschine 2202 während der Fahrt nur mit der Elektromaschine 2245, wie in Fig. 32 gezeigt. Die Elektromaschine 2245 treibt dabei über die Gangstufe I die Abtriebswelle 2206 an. Zum Einleiten des Startvorgangs wird dann die Anfahrkupplung 2203 geschlossen und über die kinetische Energie einerseits der Elektromaschine 2245 und andererseits durch das von den Antriebsrädern auf die Ausgangswelle 2206 und mittels der Gangstufe I auf die Hülse 2200b übertragene Drehmoment das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 2202 überwunden und diese gestartet.

In Fig. 33 ist der Kraftweg eines Anfahrvorgangs im ersten Gang gezeigt. Durch schließen der Anfahrkupplung 2203 wird die Brennkraftmaschine mit der Hülse 2200b verbunden und die Kraft in die Getriebestufe I eingeleitet, bei der die Schiebehülse 2240 mit dem Losrad 2220 drehfest verbunden ist und dadurch das von der Brennkraftmaschine 2202 ankommende Moment in die Getriebeausgangswelle 2206 eingeleitet wird.

Eine alternative Anfahrmethode kann mittels der Elektromaschine 2245 - wie in Fig. 34 gezeigt - vorgesehen werden. Mit der Elektromaschine 2245 kann über die Gangstufe I/R elektrisch vorwärts oder rückwärts angefahren werden. Dabei gibt die Drehrichtung der Elektromaschine 2245 die Anfahrrichtung vor, das heißt, der Anfahrvorgang vorwärts unterscheidet sich vom Anfahrvorgang rückwärts lediglich in der Polung der Elektromaschine 2245. Zum Anfahren wird die Schiebehülse 2240 der Getriebeübersetzung I/R geschlossen und die Elektromaschine 2245 entsprechend beschleunigt.

Fig. 35 zeigt eine weitere Ausgestaltungsform einer Parksperrung, wobei hier zwei zu den Schiebehülsen 2241 und 2242 zugehörige Losräder drehfest mit der Antriebswelle 2206 verbunden werden, wodurch das Getriebe verblockt wird. Eine Parksperrung dieser Art ist nur dann möglich, wenn die beiden Schiebehülsen von verschiedenen Aktoren angesteuert werden und hat den Vorteil, daß das Getriebe formschlüssig blockiert ist.

Die Fig. 36 zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Getriebe 3220. Dabei zeigt 3200 den Antriebsmotor oder Brennkraftmaschine, die mit ansteuerbaren Ventilen 3201 ausgestattet ist, so daß beispielsweise mittels eines elektrischen Aktors die steuerbaren Ventile der Brennkraftmaschine unabhängig von einem an die Kurbelwelle gekoppelten Ventillritzel geöffnet und geschlossen werden können und somit das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 3200 gezielt gesteuert werden kann, was beispielsweise bei einem Start der

Brennkraftmaschine 3200 von Vorteil sein kann, da die Elektromaschine 3226 bei nicht so leistungsstark dimensioniert werden muß.

Die Drosselklappe 3202 kann ebenfalls mit einer Aktorik, beispielsweise einem Elektromotor zu dessen Betätigung ausgestattet sein, um eine Automatisierung dieser zu erleichtern und die Drehzahl der Brennkraftmaschine, beispielsweise um bei einem Schaltvorgang die Synchronisationsdrehzahl auszusteuern. Prinzipiell zum gleichen Zweck kann unter anderem auch die Einspritzanlage 3203 von der

Steuereinheit automatisch angesteuert werden. Das Ausgangsventil 3201 ist an einen Abgaskatalysator 3204 mit Lambda-Sonde und gegebenenfalls einem Temperatursensor zur Detektion der Abgas-beziehungsweise der Katalysatortemperatur angeschlossen.

Im Kraftfluß zwischen der Brennkraftmaschine 3200 und dem Getriebe 3220 ist die Kupplung 3210 angeordnet, die als Anfahrkupplung die Brennkraftmaschine 3200 von dem Getriebe 3220 abkoppelbar macht. Die Kupplung 3210 kann als Trockenkupplung vorgesehen sein und dazu in der Kupplungsglocke 3210a untergebracht sein oder als Naßkupplung im Getriebe angeordnet sein. In manchen Anwendungsfällen kann die Kupplung entfallen und die Kurbelwelle 3200a direkt mit der Getriebeeingangswelle 3221 verbunden sein. Die Kupplung 3210 wird mittels eines Kupplungsaktors 3211 automatisch betätigt, wobei zwischen Kupplung 3210 und Kupplungsaktor 3211 die Kupplungs-betätigung mit einer Übersetzung 3212 oder Mitteln zur Anlenkung wirksam ist.

Das Getriebe 3220 ist aus einer Getriebeeingangswelle 3221 und einer Getriebeausgangswelle 3222 aufgebaut, wobei zwischen den beiden Wellen 3221, 3222 die Übersetzung für die Gänge bildende Zahnradpaare miteinander kämmen, wobei die Zahnräder auf der Ausgangswelle 3222 für jede Gangstufe oder Übersetzung als Losräder verdrehbar angebracht sind, die mit entsprechenden Schaltkupplungen 3223, beispielsweise Schiebbehülsen, drehfest mit der Ausgangswelle 3222 verbindbar sind und bei Verbindung mit der Ausgangswelle eine entsprechende Gangstufe bilden. Die Schaltkupplungen werden dabei von einer Getriebeaktorik 3240 betätigt, die die Aktoren 3421-3424 enthält, wobei die Anzahl der Aktoren von der Art der Beschaltung und Anordnung der Schaltkupplungen 3223 sowie von der Platzierung der Getriebeaktorik 3240, beispielsweise außerhalb oder innerhalb des Getriebegehäuses, abhängig sein kann. Entsprechende Ausführungsbeispiele sind unter den Fig. 1-19 näher erläutert.

Auf einem Zahnradpaar - hier am Beispiel des Ganges beziehungsweise Gangradpaares 3224, 3225 mit der größten Übersetzung gezeigt - ist über eine Zahnrad 3227 die Elektromaschine 3226 dreh-schlüssig aufgenommen. Sie kann mittels des als Losrad ausgestalteten Zahnrads 3224 und einer zugehörigen Schaltkupplung 3224a, die über den Aktor 3241 automatisch angesteuert wird, mit der Getriebeeingangswelle 3221 sowie mittels der Schaltkupplung 3223a der Übersetzungsstufe, mit der sie dreh-schlüssig verbunden ist, mit der Ausgangswelle 3222 dreh-schlüssig verbunden werden, wodurch - wie in den vorangegangenen Figuren näher erläutert - ein lastschaltfähiges Getriebe mit Unterstützung der Elektromaschine 3226 bei Zugkraftunterbrechung der Brennkraftmaschine 3200 während eines Schaltvorgangs vorgesehen ist und die Elektromaschine 3226 weiterhin als Stromgenerator, Booster und Anlasser eingesetzt werden kann.

Zur Überwachung der Drehzahlen der einzelnen Wellen mit einer entsprechenden Auswertung in der Steuereinheit sind zumindest Drehzahlsensoren 3205, 3228 an der Kurbelwelle 3200a und an der Rotorwelle 3226a der Elektroma-

schine 3226 vorgesehen. Die Erfassung der Ausgangswelle 3222 kann entweder über einen an dieser angeordneten Drehzahlsensor und/oder - wie gezeigt über Drehzahlsensoren 3252, beispielsweise eines Antiblockiersystems für die Bremsen 3251 an den Rädern 3254 erfolgen. Die Räder sind mit der Ausgangswelle 3222 über ein Differential 3252 kraftschlüssig verbunden.

Das Getriebe 3220 wird weitgehend automatisch betrieben und von der zentralen Steuereinheit 3280 gesteuert. Der Fahrer wirkt auf die Steuerung 3280 über das Fahrpedal 3271, das Bremspedal 3272 und über das Handbetätigungselement oder Schalthebel 3270 ein, wobei die Steuereinheit 3280 auch einen Handschaltmodus vorsehen kann, bei dem der Fahrer den gewünschten Gang über das Handbetätigungselement auswählt.

Die Steuereinheit 3280 steuert über die Signalleitung 390 die entsprechenden Untersteuerungen oder Nebenaggregate, beispielsweise den Klimakompressor und dergleichen an. Als Untersteuereinheiten sind zumindest die Motorsteuerung, die Steuerung des Kupplungsstellers 3282, die Steuerung der Getriebeaktorik, die Steuerung des Antiblockiersystems 3286 und die Steuerung der Elektromaschine 3284 mittels der Steuerleitung 3290, die beispielsweise als CAN-Bus ausgeführt sein kann, an die Steuereinheit 3280 angebunden. Die Untersteuereinheit verfügen zumindest teilweise über Leistungselektronik, die mittels der Stromversorgungseitung 3291 an das Bordnetz angebunden sind. Das Bordnetz wird einem Akkumulator 3261, beispielsweise einer Hochstrombatterie und/oder einem entsprechend ausgelegten Leistungskondensator 3260 gespeist. Die Elektromaschine 3226 entnimmt Strom oder speist je nach Betriebsmodus die Stromspeicher 3260, 3261.

Die Fig. 37 zeigt eine mit dem Getriebe 401 in Fig. 5 vergleichbare Ausführungsform eines Getriebes 1901, bei dem die Elektromaschine 1945 auf einer dem Zahnradpaar 1924/1934 der Gangstufe V angeordnet ist.

Die erfindungsgemäße, alternative Anbindung an die Getriebeeingangswelle 1904 oder Ausgangswelle 1906 erfolgt dabei mittels einer Schaltkupplung 1900, die wahlweise, beispielsweise mittels einer Schiebbehülse mit den Zahnradern 1927, 1927a verbindbar sind, die ihrerseits eine dreh-schlüssige Verbindung mit der Getriebeeingangswelle 1904 über ein weiteres Zahnrad 1926 oder über eine kraftschlüssige - hier gestrichelt gezeichnete - Verbindung 1927b, beispielsweise eine Zahnrad-, Riemen- oder Kettenverbindung, mit der Ausgangswelle 1906 mit einem drehfest auf der Ausgangswelle 1906 verbundenen Zahnrad 1927c bilden.

Die Fig. 38 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Getriebes 2301, bei dem die Brennkraftmaschine 2302 mittels einer in der Anfahrkupplung 2303 integrierten Kupplung 2303a mit dem Gehäuse fest verbunden werden kann, beispielsweise über einen Reibschluß der als Trockenkupplung mit Reibbelägen ausgeführten Kupplung 2303a. Hierdurch kann die Elektromaschine 2345 das Fahrzeug mit Momenten antreiben, die höher als das Schleppmoment der Brennkraftmaschine 2202 sind sowie im Rekuperationsbetrieb Momente in derselben Weise zur Umwandlung in elektrische Energie aufnehmen. Eine derartige Anordnung ist für leistungsstarke Elektromaschine, die einen hohen Anteil eines dergestalt vorgesehenen Hybridantriebs, aufweisen.

Die Fig. 39a, 39b, 40a, 40b, 41a und 41b zeigen Diagramme zur Darstellung einer Zughochschaltung mit einer nach der erfinderischen Art angeordneten Elektromaschine, wie in den vorhergehenden Figuren beschriebenen. Der Schaltvorgang wird dabei in die Phasen a-c eingeteilt und in den Fig. 39a-41b eine Auswahl von drei möglichen Beschaltungsbeispielen gezeigt.

Die Fig. 39a und 39b zeigen ein Beschaltungsbeispiel mit

vollständiger Zugkraftauffüllung durch die Elektromaschine mit dem Momentenverlauf M in Fig. 39a und dem Drehzahlverlauf n in Fig. 39b Abhängigkeit vom Schaltablauf in willkürlichen Einheiten.

Die Phase a gibt die Zustände vor der Schaltung, beispielsweise einer Zughochschaltung von Gang II nach Gang III, wieder. Die Brennkraftmaschine überträgt das Moment $M(BM)$ auf die Getriebeeingangswelle, die ein der Übersetzung der Gangstufe II entsprechendes Moment $M(SK2)$ auf die Schaltkupplung des Ganges II überträgt. Die Elektromaschine überträgt kein Moment $M(EM)$ und ist mit der Getriebeeingangswelle verbunden, wobei sie mit der durch die Übersetzung zwischen der Getriebeeingangswelle und der Elektromaschine eingestellten Übersetzung mit der Drehzahl $n(EM)$ dreht und im Generatorbetrieb einen Teil des von der Brennkraftmaschine in die Getriebeeingangswelle eingespeisten Drehmoments $M(BM)$ zur Erzeugung elektrischer Energie aufnimmt. Wahlweise kann die Elektromaschine auch im Ruhezustand mitdrehen. Hieraus stellt sich für die Ausgangswelle des Getriebes ein Antriebsmoment $M(AB)$ und eine Antriebsdrehzahl $n(AB)$.

In Phase b wird die Schaltung eingeleitet, indem die Elektromaschine über eine weitere Gangstufe, beispielsweise die Gangstufe I Drehmoment bei gleicher Drehzahl unter Bestromung auf die Getriebeeingangswelle und dadurch folgend auf die Getriebeausgangswelle einspeist, wobei gleichzeitig das von der Brennkraftmaschine eingeleitete Moment $M(BM)$ durch eine Erniedrigung der Drehzahl $n(BM)$ vermindert wird. Nach Abbau des Übertragungsmoments $M(SK2)$ wird die Schaltkupplung des Ganges II geöffnet. Das auf den Abtrieb übertragene Drehmoment bleibt dabei durch den Drehmomentbeitrag der Elektromaschine annähernd gleich.

Ist die Schaltkupplung des Ganges II geöffnet, wird der Synchronisationsvorgang der Schaltkupplung, beispielsweise die Synchronisierung der Schiebchölse mit dem Losrad, des Ganges III eingeleitet. Eine Momentenfreiheit bei Synchronisationsdrehzahl der Schaltkupplung des Ganges III wird erreicht, wenn die Elektromaschine das zum Antrieb notwendige Moment $M(AB)$ übernimmt. Dann kann die Schaltkupplung des Ganges III geschlossen werden.

In Phase c wird die Brennkraftmaschine auf die Drehzahl $n(SK3)$ der Schaltkupplung für den Gang III synchronisiert. Dazu wird die Drehzahl $n(BM)$ der Brennkraftmaschine soweit verringert, daß er mit seinem Schleppmoment die Drehzahl der Getriebeeingangswelle - ersichtlich aus der Drehzahl der mit ihr über die Übersetzung der Gangstufe III zusammenhängenden Drehzahl $n(SK3)$ der Schaltkupplung für Gang III - abbremst.

In Phase d wird nach Erreichen der Synchronisation die Brennkraftmaschine wieder beschleunigt und gleichzeitig die Bestromung der Elektromaschine zurückgefahren.

Die Wirkung der vollständigen Zugkraftauffüllung wird an dem Verlauf der Momentenkurve $M(AB)$ der Getriebeausgangswelle dadurch ersichtlich, daß ein Momenteneinbruch unter das Moment des neu eingelegten Ganges III unterbleibt.

Phase e gibt die Moment- und Drehzahlverhältnisse des neu eingelegten Ganges - hier Gang III - wieder.

Die Fig. 40a und 40b geben in einer der Beschreibung der Fig. 39a, 39b entsprechenden Weise das Verhalten bei nur teilweiser Zugkraftauffüllung durch die in diesem Fall weniger leistungsfähig dimensionierte Elektromaschine wieder. Auch hier wird die Elektromaschine wie in dem vorangehenden Ausführungsbeispiel während des Schaltvorgangs - am Beispiel Gang II nach Gang III - bei konstanter Drehzahl betrieben. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel mit voller Zugkraftauffüllung kann die schwächer dimensio-

nierte Elektromaschine das während der Synchronisation der Schaltkupplung des Ganges III zur Momentenfreiheit der Schaltkupplung notwendige Moment $M(EM)$, das in der Höhe des Moments $M(BM)$ nach dem Ausrücken der Schaltkupplung des Ganges II ist, nicht aufbringen. Zur Gewährleistung der Momentenfreiheit der Schaltkupplung des Ganges III wird daher in dem gezeigten Ausführungsbeispiel das Moment der Brennkraftmaschine am Ende der Phase b auf das Moment $M(EM)$ der Elektromaschine zurückgefahren, wodurch während des Schaltvorgangs eine Zugkraftauffüllung in Höhe des von der Elektromaschine zur Verfügung stehenden Moments $M(EM)$ erfolgt und eine leichte Absenkung des Antriebsmoments $M(AB)$ während des Schaltvorgangs resultiert.

Die Fig. 41a und 41b zeigen eine leicht modifizierte Ausführungsbeispiel der Fig. 40a, 40b, bei dem die Drehzahl $n(EM)$ der Elektromaschine erst zu Beginn eines Schaltvorgangs erhöht und nach dem Schaltvorgang die Elektromaschine wieder abgeschaltet wird.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmale zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Die Gegenstände dieser Unteransprüche bilden jedoch auch selbständige Erfindungen, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Erfindung ist auch nicht auf das (die) Ausführungsbeispiel (e) der Beschreibung beschränkt. Vielmehr sind im Rahmen der Erfindung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten erfinderisch sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

Patentansprüche

1. Getriebe, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer von einer Brennkraftmaschine mittels einer Kurbelwelle antreibbaren Getriebeeingangswelle, einer Getriebeausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit einer Elektromaschine mit zumindest einem Rotor und einem Stator, die mittels zumindest einer Kupplung zumindest einer der Wellen zuschaltbar ist.
2. Getriebe, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine zwischen den zumindest zwei Wellen unschaltbar ist.
3. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine mittels einer Kupplung mit der Abtriebswelle des Getriebes verbindbar ist.
4. Getriebe, insbesondere nach einem der vorherge-

henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine mittels einer Kupplung mit der Antriebswelle des Getriebes verbindbar ist.

5. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine bei einem Schaltvorgang zur Änderung der Übersetzung des Getriebes eine Zugkraftunterbrechung durch Einspeisung von einem Drehmoment auf die Abtriebswelle reduziert.

6. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Getriebeeingangswelle mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbindbar ist.

7. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine der Antriebswelle des Getriebes mittels einer Kupplung zuschaltbar ist und dadurch beispielsweise die Brennkraftmaschine mittels der Elektromaschine gestartet werden kann.

8. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Elektromaschine zumindest ein Teil des Getriebes antreibbar ist.

9. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Elektromaschine, deren Rotor durch ein Getriebeteil drehangetrieben wird, mechanische Energie in elektrische Energie umwandelbar und in einen Speicher speisbar ist.

10. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Längswelle des Getriebes mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine mittels einer schaltbaren Kupplung verbindbar ist.

11. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drehachse des Rotors der Elektromaschine coaxial zur Getriebeeingangswelle oder zur Getriebeausgangswelle angeordnet ist.

12. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rotorwelle der Elektromaschine parallel zur Getriebeeingangswelle oder zur Getriebeausgangswelle angeordnet ist.

13. Getriebe, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer Längswelle, einer Ausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit mittels Kupplungen mit einer ersten Welle drehfest verbindbaren Zahnradern, wie Losrädern, und mit mit einer zweiten Welle drehfest angeordneten Zahnradern, wie Gangrädern, gegebenenfalls mit einer eingangsseitig angeordneten schaltbaren Anfahrkupplung, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Kupplung zur Änderung der Übersetzung des Getriebes mittels zumindest einer Betätigungseinheit automatisiert betätigbar sind.

14. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung zur Verbindung zumindest eines Losrades mit einer Welle eine reibschlüssige Kupplung ist.

15. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung zur Verbindung zumindest eines Losrades mit einer Welle eine zwischengeschaltete Synchronisereinrichtung aufweist.

16. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die

Anfahrkupplung eine reibschlüssige Kupplung ist.

17. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung eine hydrodynamische Kupplung ist.

18. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung in einem Raumbereich einer Kupplungsglocke angeordnet ist.

19. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest die Anfahrkupplung und/oder eine weitere Kupplung eine Trockenreibungskupplung ist.

20. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung innerhalb des Getriebegehäuses angeordnet ist.

21. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfahrkupplung ein hydrodynamischer Drehmomentwandler mit oder ohne Wandlerüberbrückungskupplung ist.

22. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungseinheit, wie Aktor, zur Betätigung von zumindest der Anfahrkupplung und/oder einer weiteren Kupplung ein druckmittelbetätigter Aktor mit einer Druckmittelversorgung und zumindest einem Ventil ist, das die Druckmittelzuführung zu jeweils einem Nehmerzylinder an den Kupplungen steuert.

23. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsaktor zur Betätigung von zumindest der Anfahrkupplung und/oder einer weiteren Kupplung ein elektrisch angetriebener Aktor, gegebenenfalls mit einem Elektromotor oder Elektromagnet nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgetriebe ist.

24. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsaktor zur Betätigung von Kupplungen zum Gangwechsel ein druckmittelbetätigter Aktor mit einer Druckmittelversorgung und zumindest einem Ventil ist, das die Druckmittelzuführung zu jeweils einem Nehmerzylinder an den Kupplungen steuert.

25. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsaktor zur Betätigung zumindest einer Kupplung ein elektrisch angetriebener Aktor, gegebenenfalls mit einem Elektromotor oder Elektromagnet nachgeschalteten Übersetzungs- oder Untersetzungsgetriebe ist.

26. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe eine Elektromaschine aufweist, die als Starter der Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges und/oder als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie aus kinetischer Energie und dessen Rückführung oder Rückspeisung in einen Speicher dient.

27. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine über ein Gangrad des Getriebes antreibbar ist oder dieses antreibt.

28. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine über ein Schwungrad der Brennkraftmaschine antreibbar ist oder diesen antreibt.

29. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die

Elektromaschine über die Eingangswelle des Getriebes antreibbar ist oder diese antreibt.

30. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine einen Stator und einen Rotor aufweist, wobei Stator und Rotor coaxial zur Getriebeeingangswelle angeordnet sind und der Rotor mit einem Schwungrad oder einem mit der Getriebeeingangswelle verbundenen Element drehfest verbunden ist.

31. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromaschine während eines Schaltvorgangs - mit zumindest den in der genannten Reihenfolge ablaufenden Schritten Ausrücken der Anfahrkupplung, Ausrücken eines aktuellen Ganges, Einrücken eines folgenden Ganges, Einrücken der Anfahrkupplung - dann aktiviert wird, wenn das von der Brennkraftmaschine auf die Anfahrkupplung übertragene Moment nicht mehr vollständig auf die Antriebswelle des Getriebes übertragen wird.

32. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen wachsenden Drehmomentbeitrag der Elektromaschine während des Schaltvorgangs das sich bei Öffnen der Anfahrkupplung abbauende Moment der Brennkraftmaschine zumindest teilweise kompensiert wird.

33. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Momentbeitrag der Elektromaschine nach vollständiger Öffnung der Anfahrkupplung vom anliegenden auf ein in einer neu gewählten Schaltstufe erforderliches Moment geführt wird.

34. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Elektromaschine beigetragene Moment bei offener Anfahrkupplung während des gesamten Schaltvorgangs zwischen den erforderlichen Momenten der beiden Schaltstufe gehalten wird.

35. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von der Elektromaschine beigetragene Moment bei offener Anfahrkupplung zumindest in einem Teilbereich des Schaltvorgangs kleiner als das mindestens erforderliche Moment der Schaltstufe mit dem kleineren erforderlichen Moment ist.

36. Getriebe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während des Schaltvorgangs die Drehzahl der Elektromaschine konstant gehalten wird.

37. Getriebe, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer Eingangswelle, einer Ausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit einer Elektromaschine, gekennzeichnet durch zumindest ein in den Anmeldungsunterlagen offenkundiges Merkmal.

38. Getriebe, wie Zahnradwechselgetriebe, mit zumindest zwei Wellen, wie einer Eingangswelle, einer Ausgangswelle und gegebenenfalls einer Vorgelegewelle, mit einer Mehrzahl von Zahnradpaaren, mit einer Elektromaschine, gekennzeichnet durch die besondere Wirkungsweise und Ausgestaltung der vorliegenden Anmeldungsunterlagen.

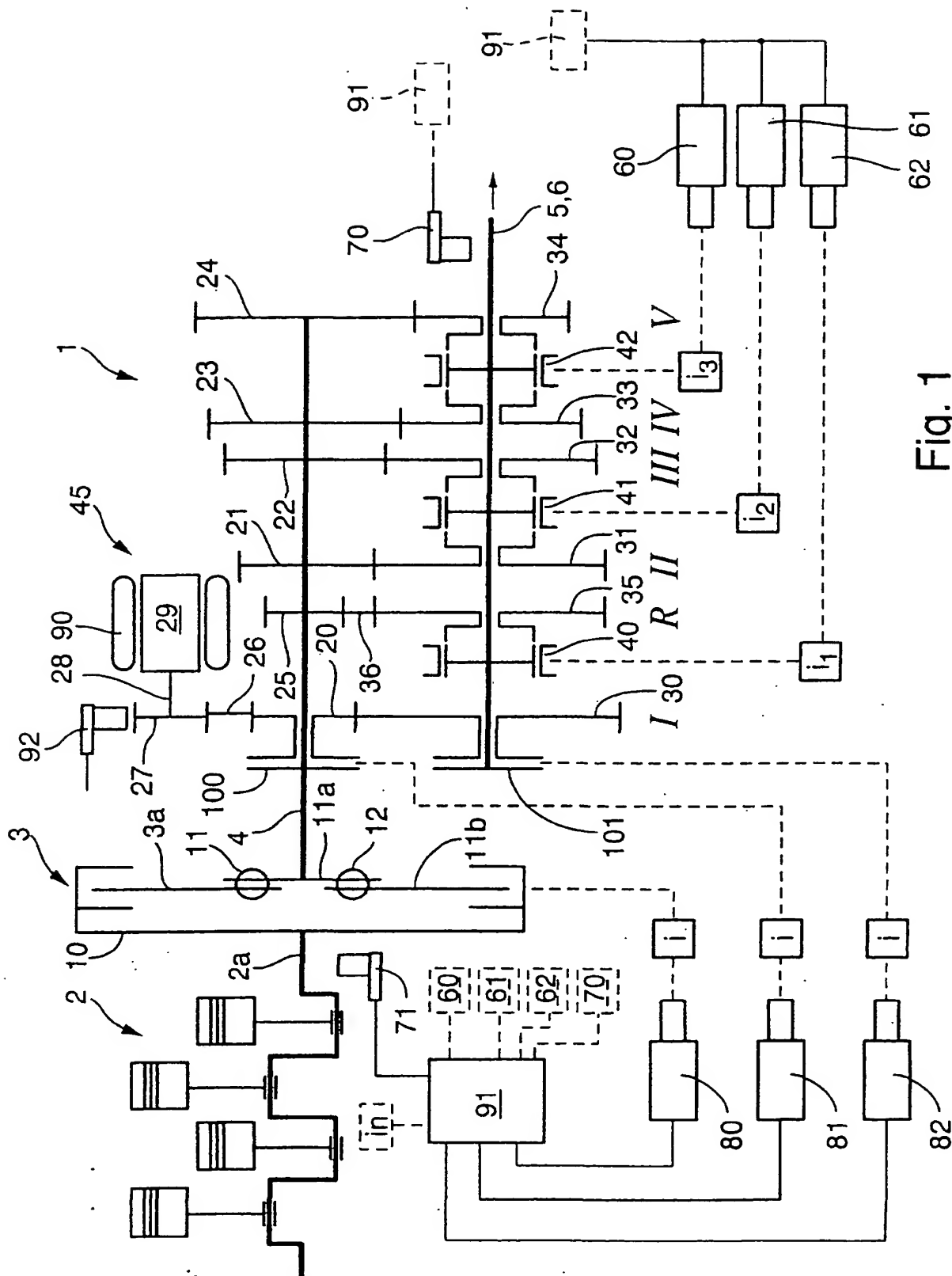


Fig. 1

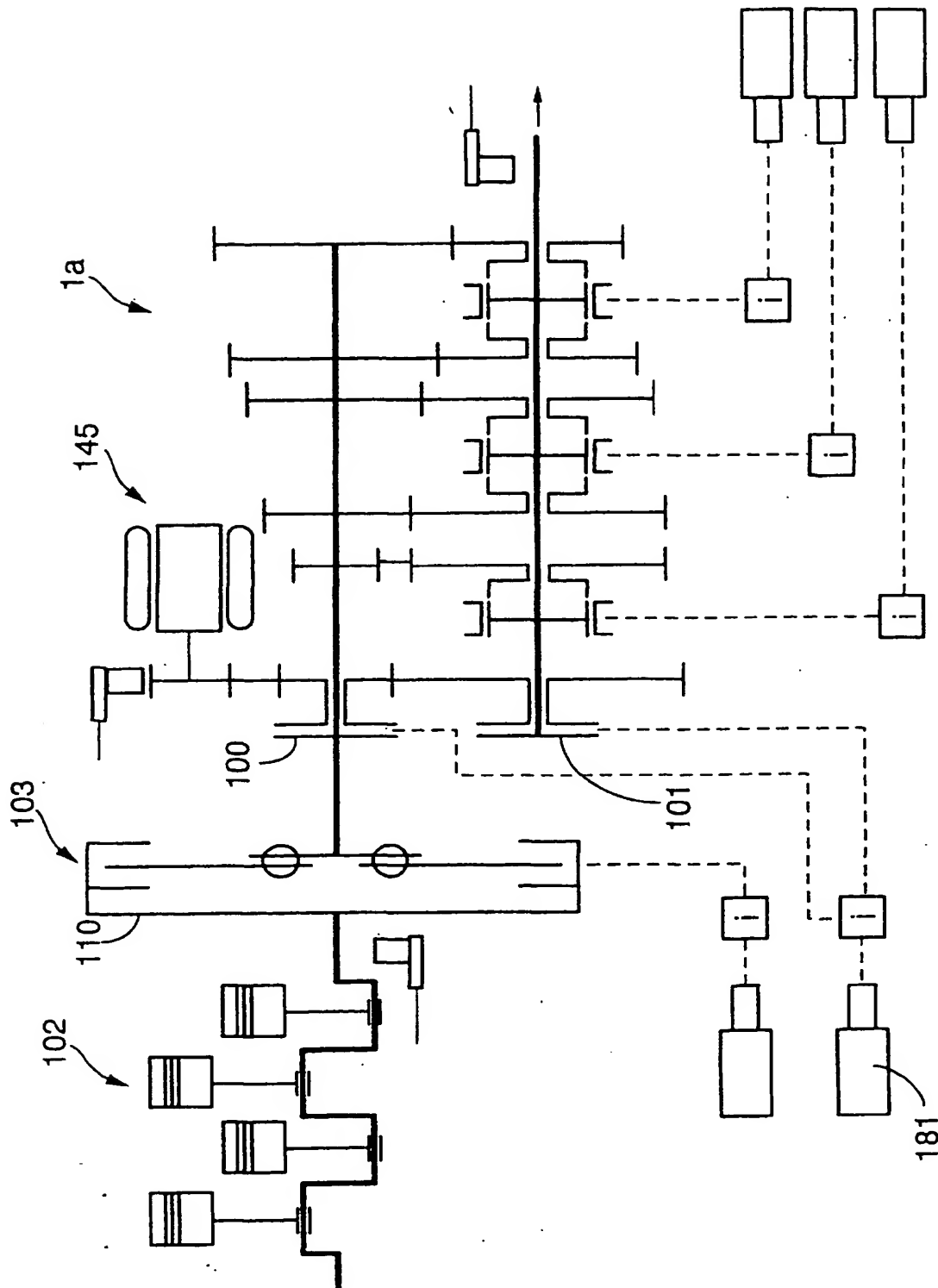


Fig. 2

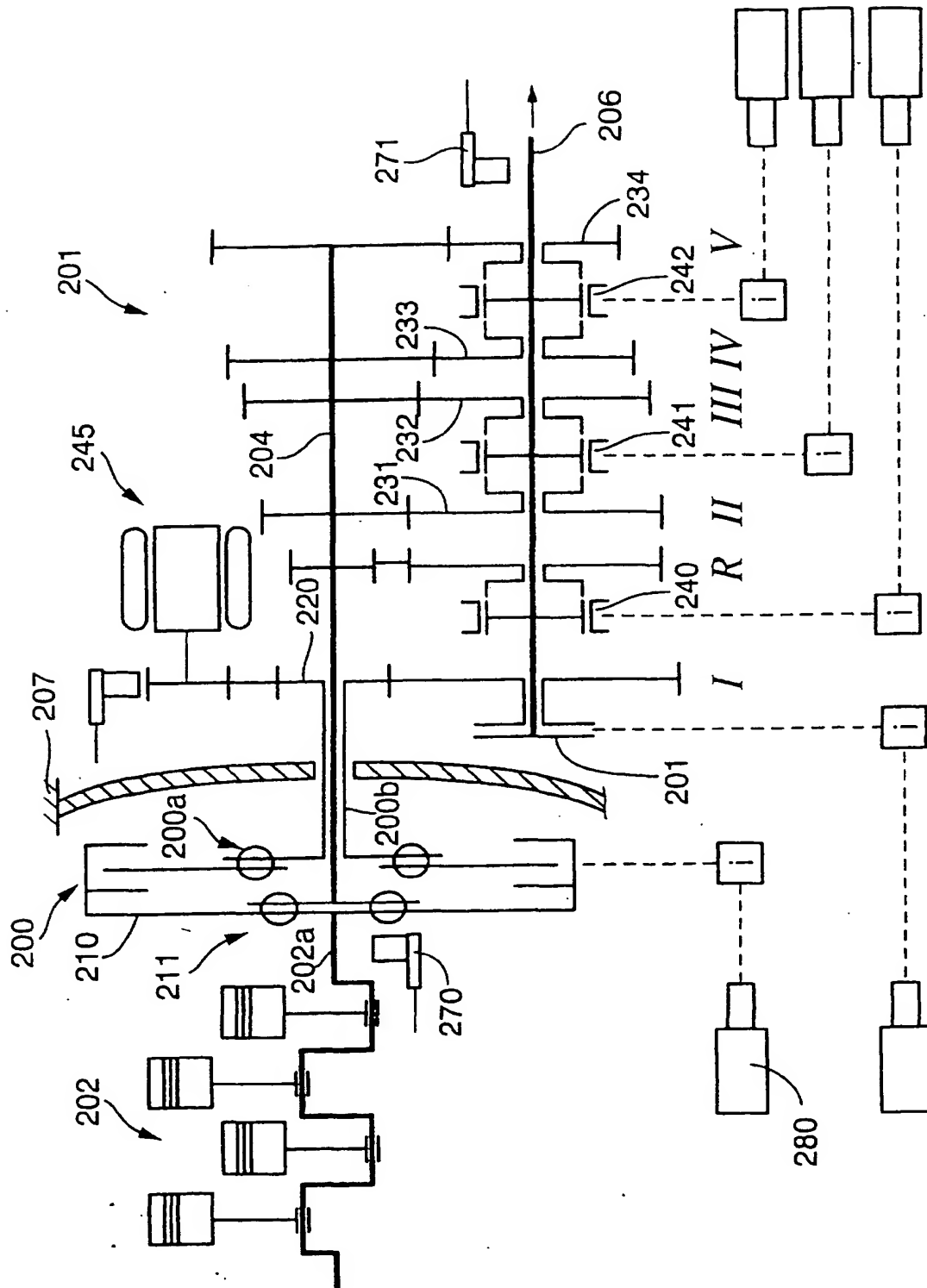


Fig. 3

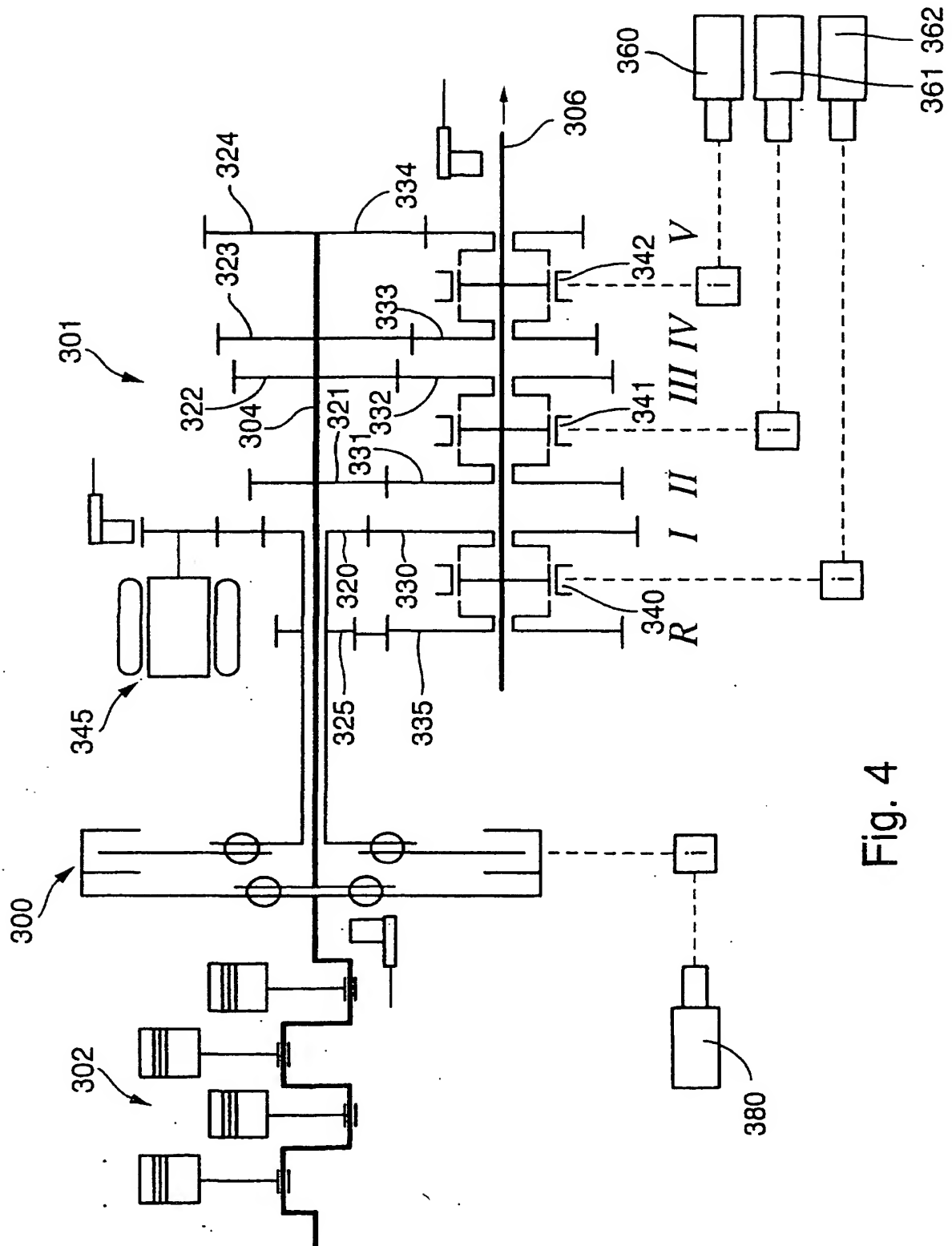


Fig. 4

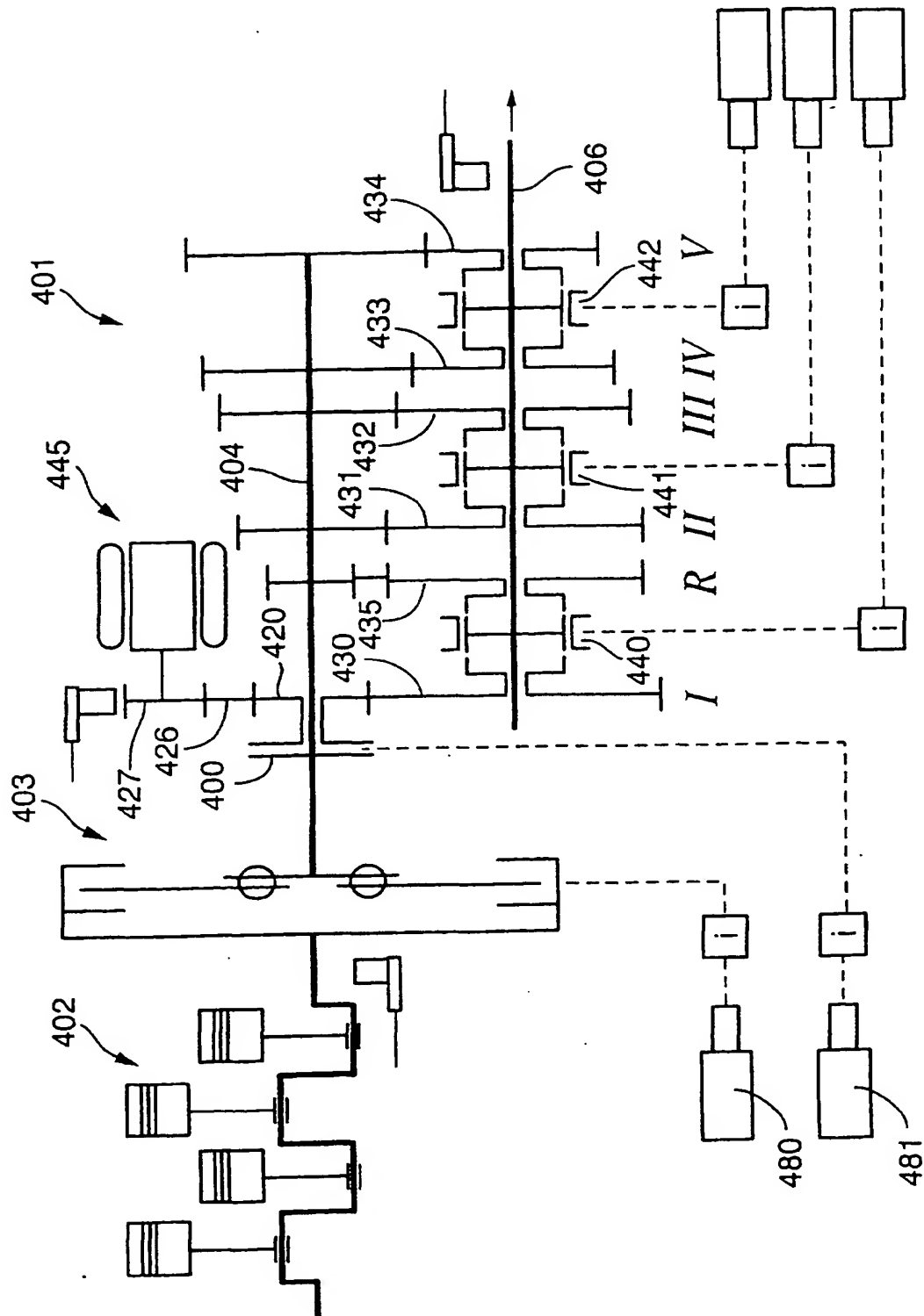


Fig. 5

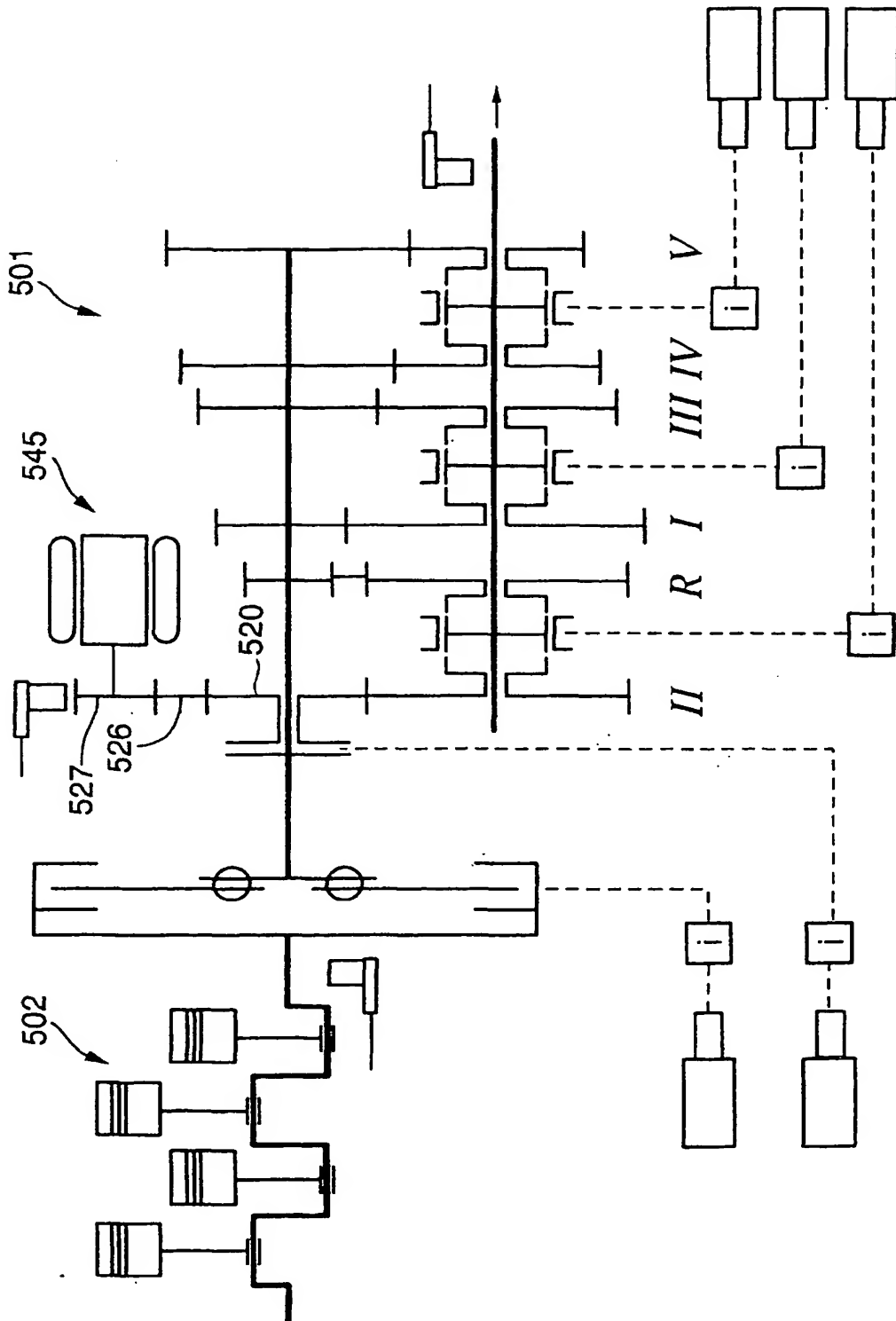


Fig. 6

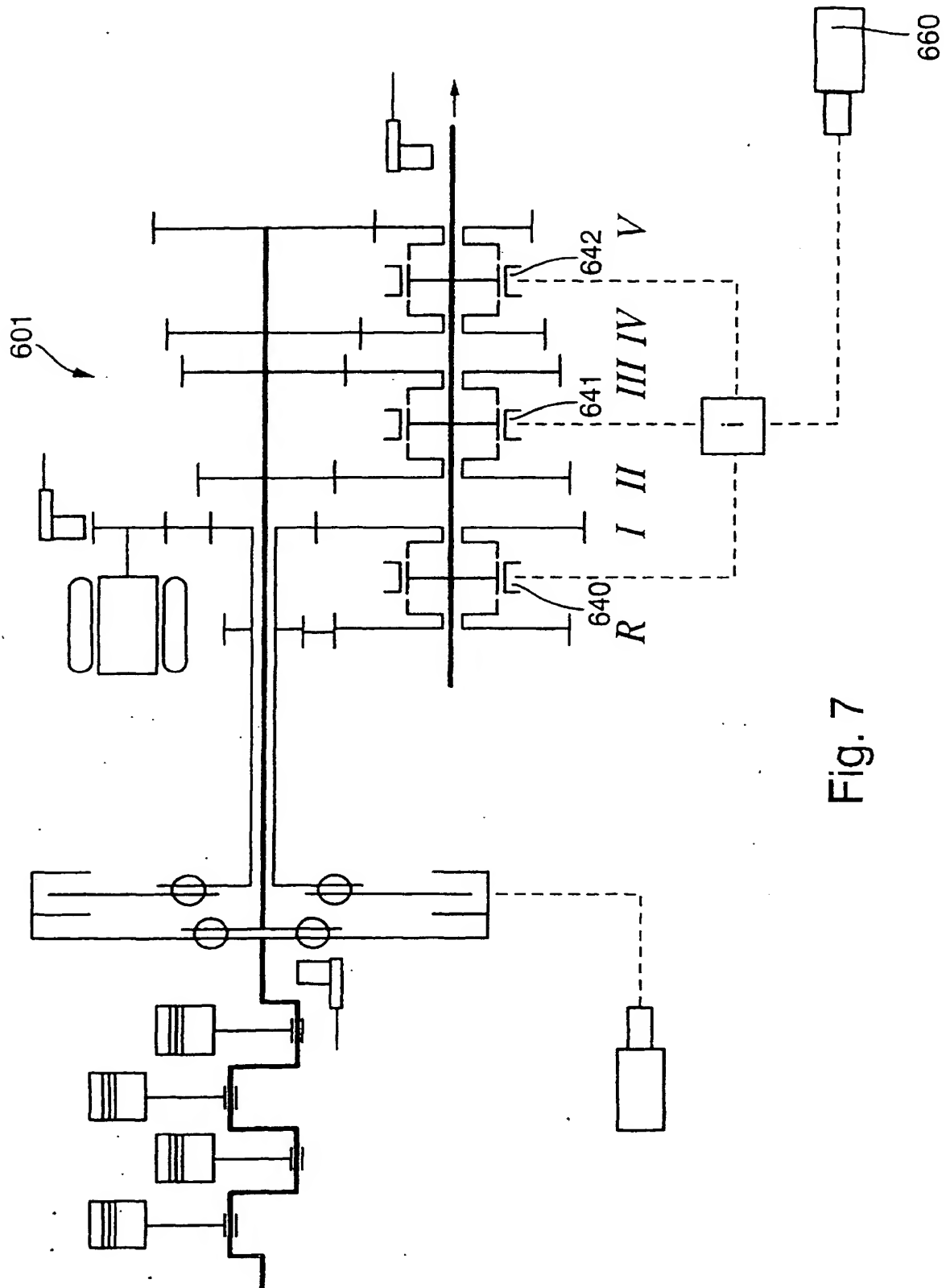


Fig. 7

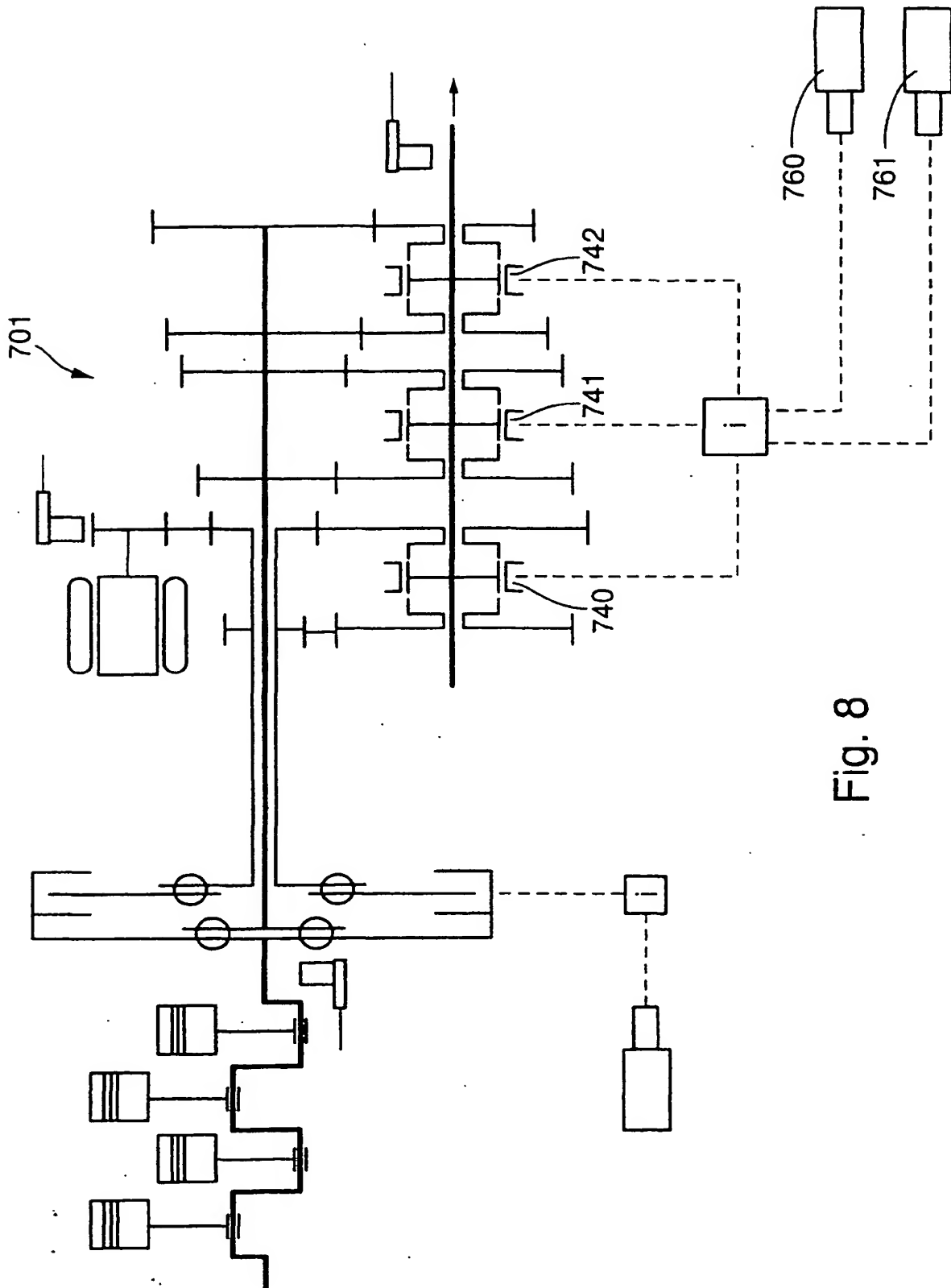


Fig. 8

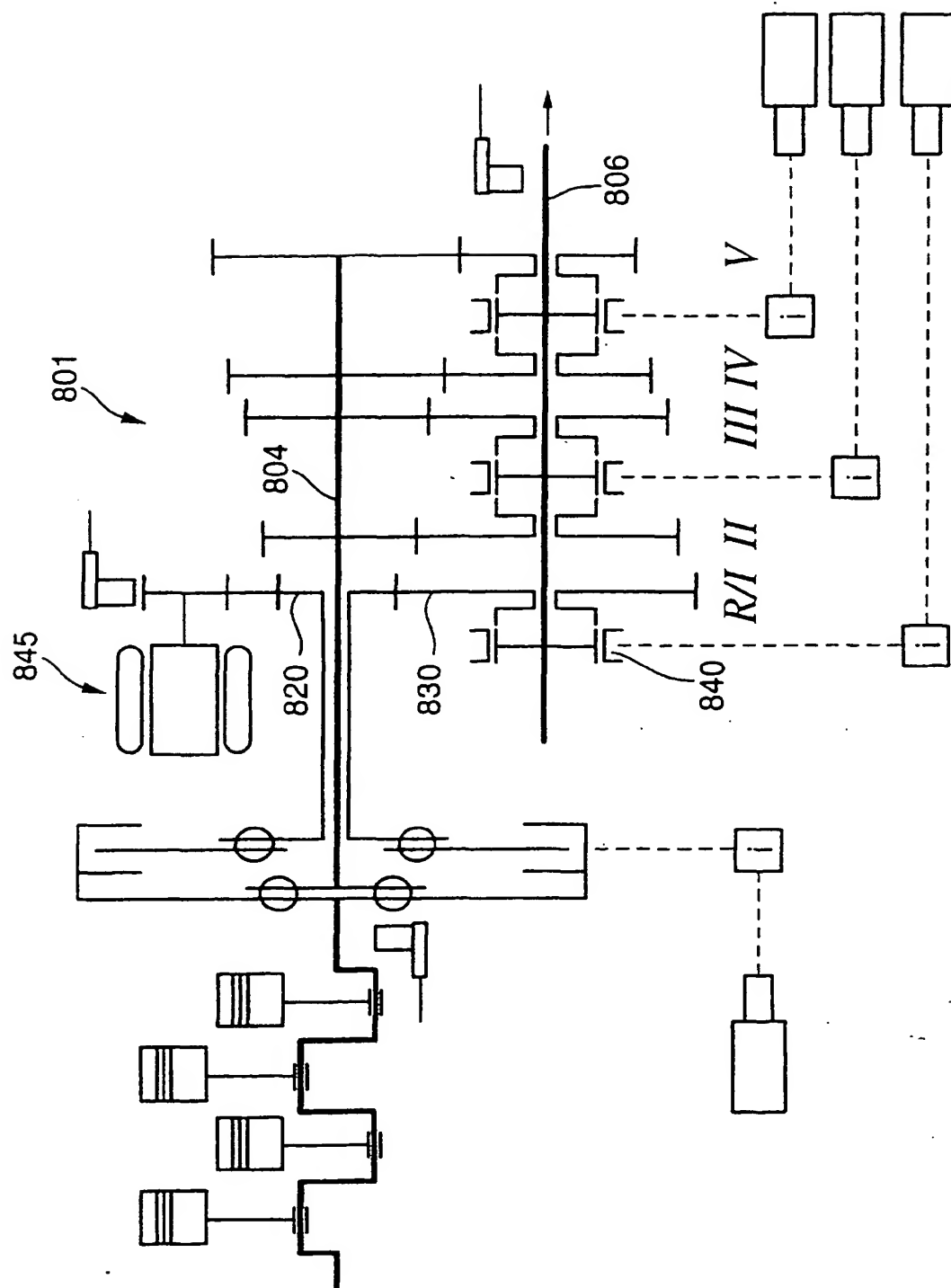


Fig. 9

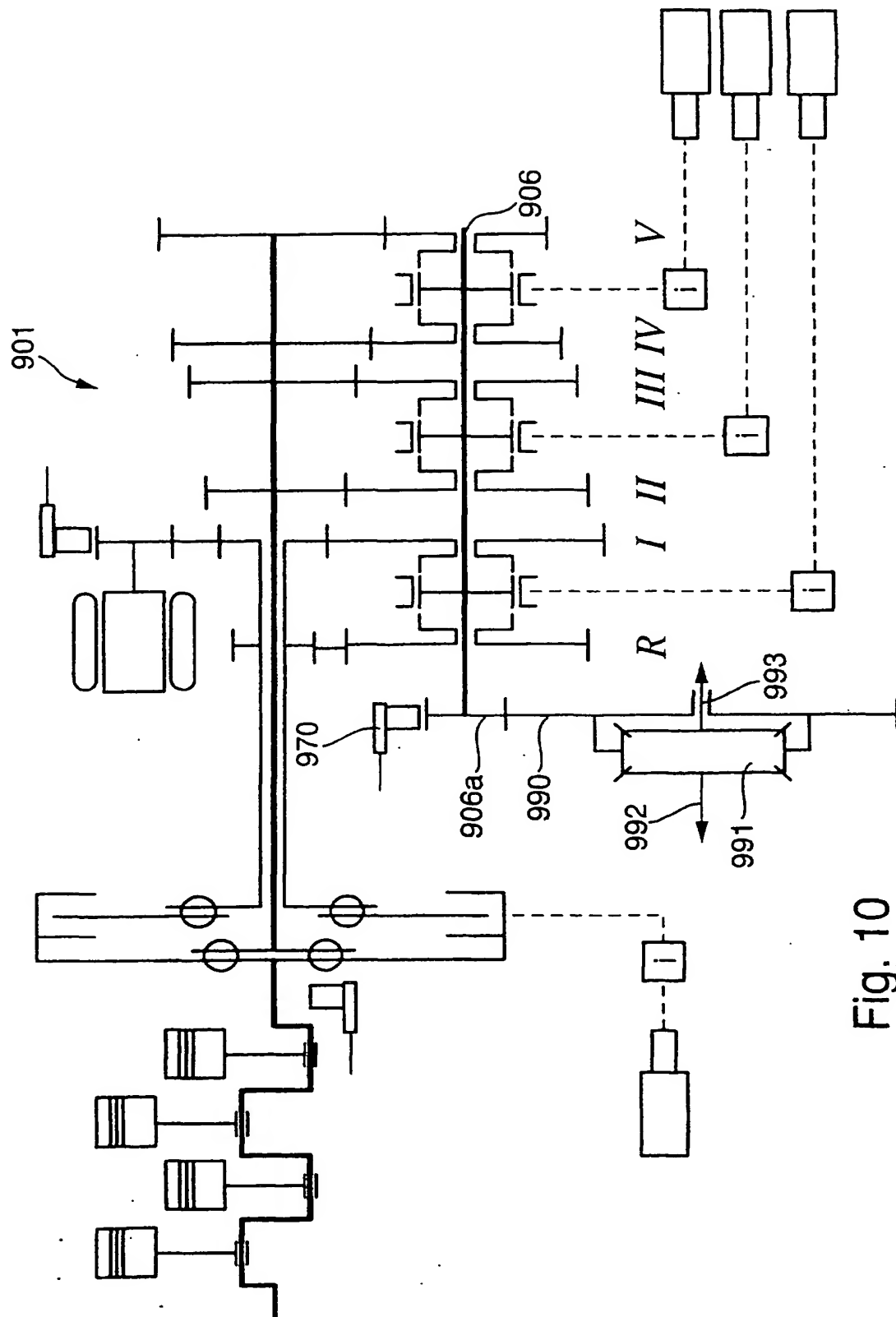


Fig. 10

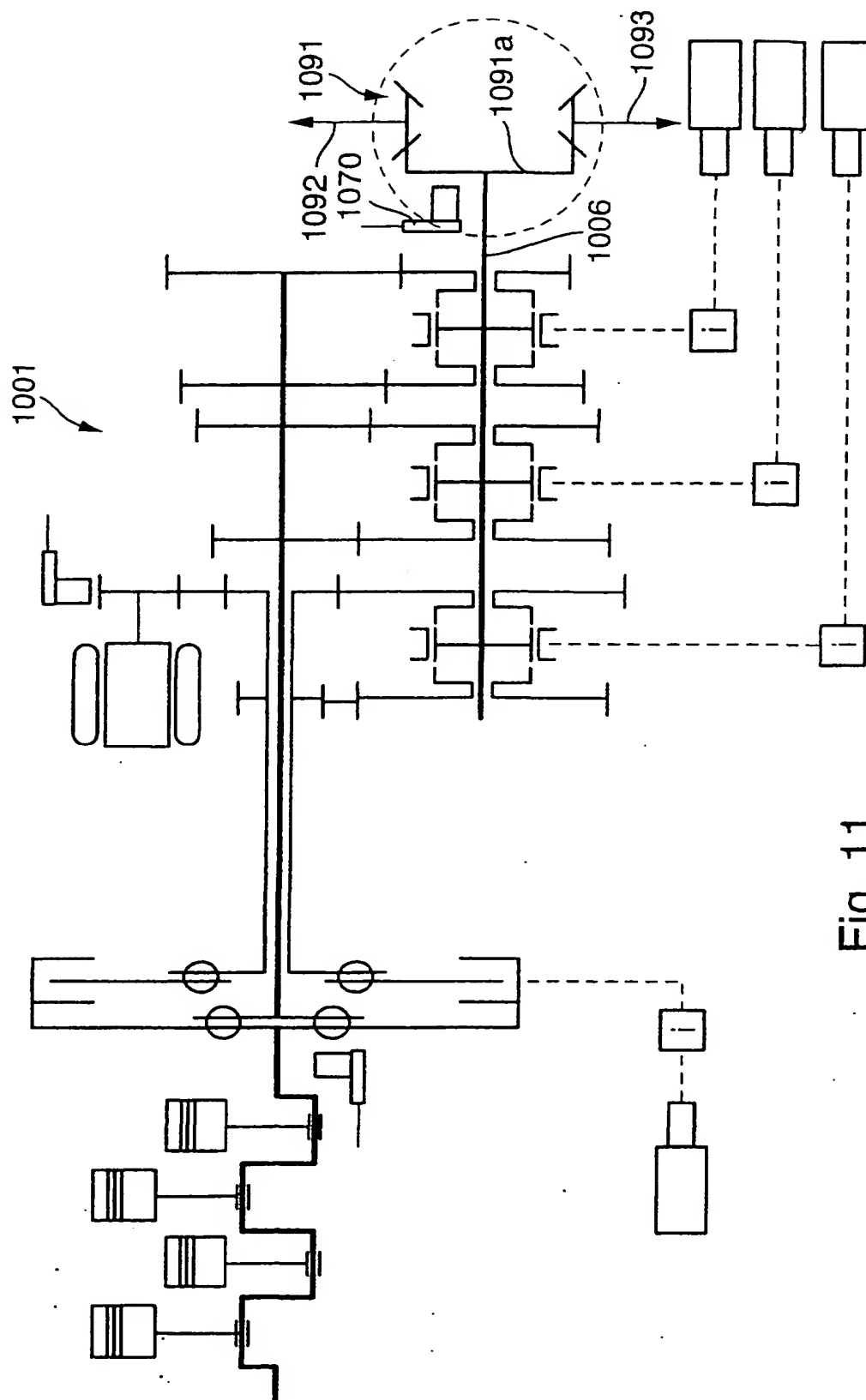


Fig. 11

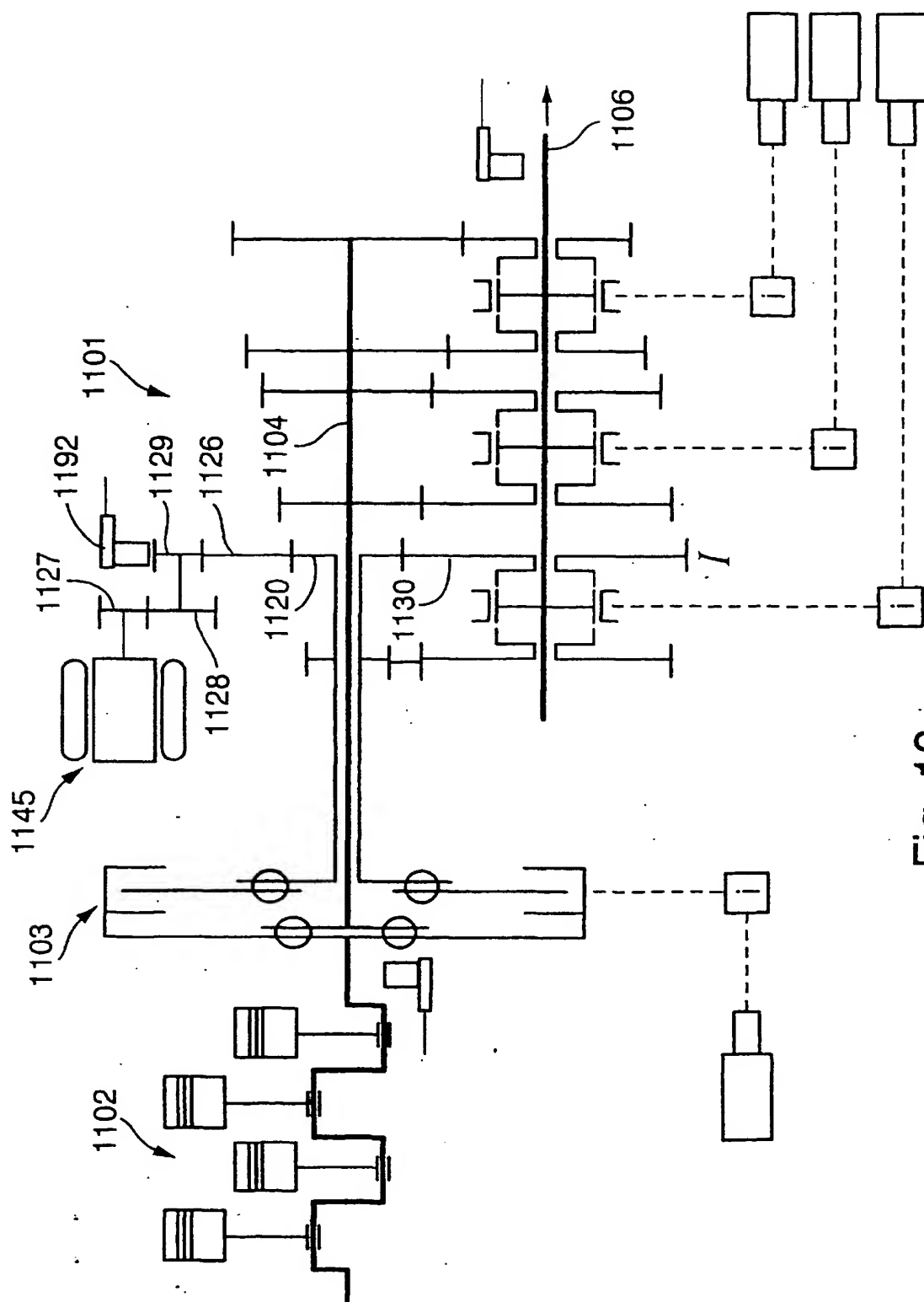


Fig. 12

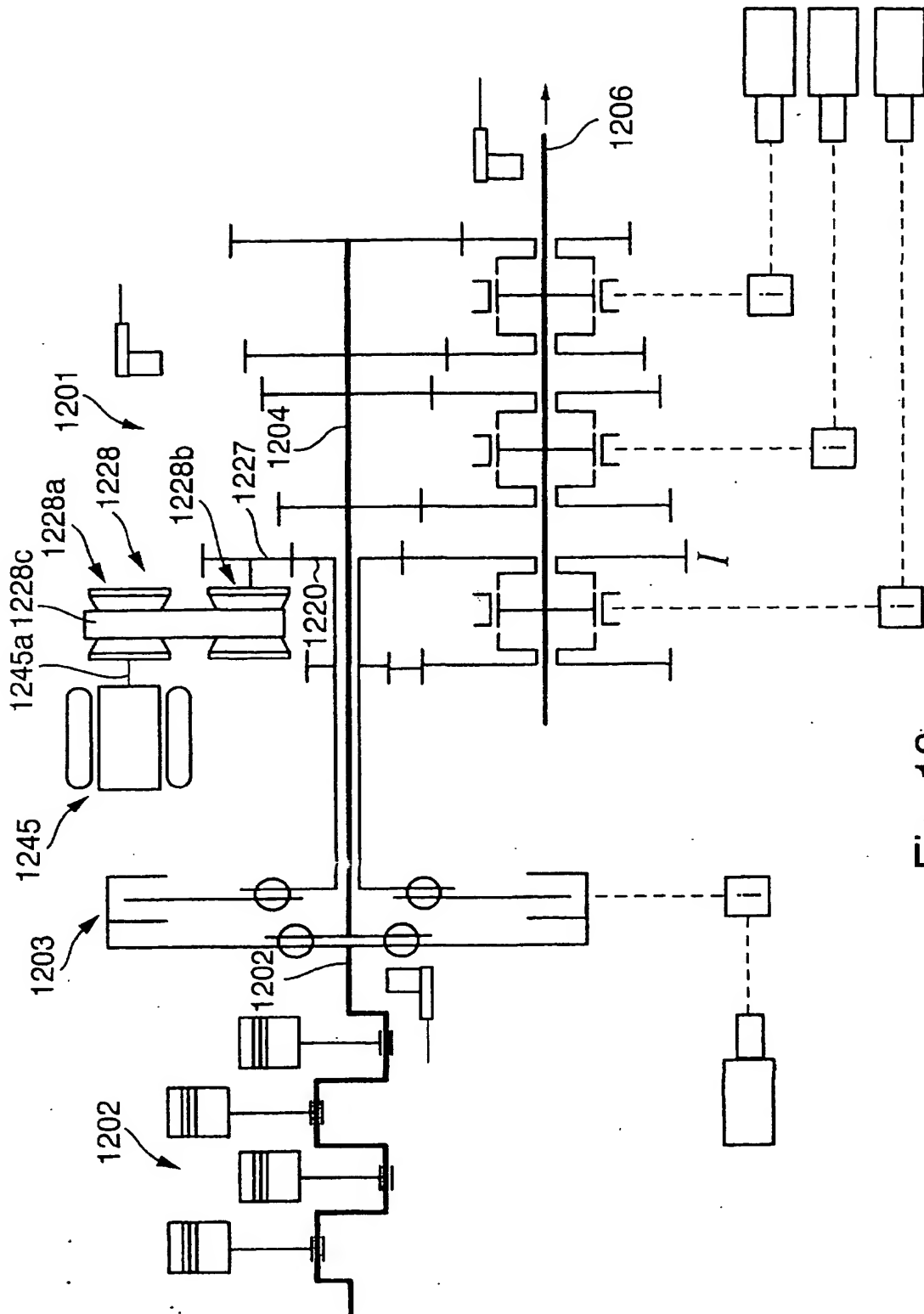


Fig. 13

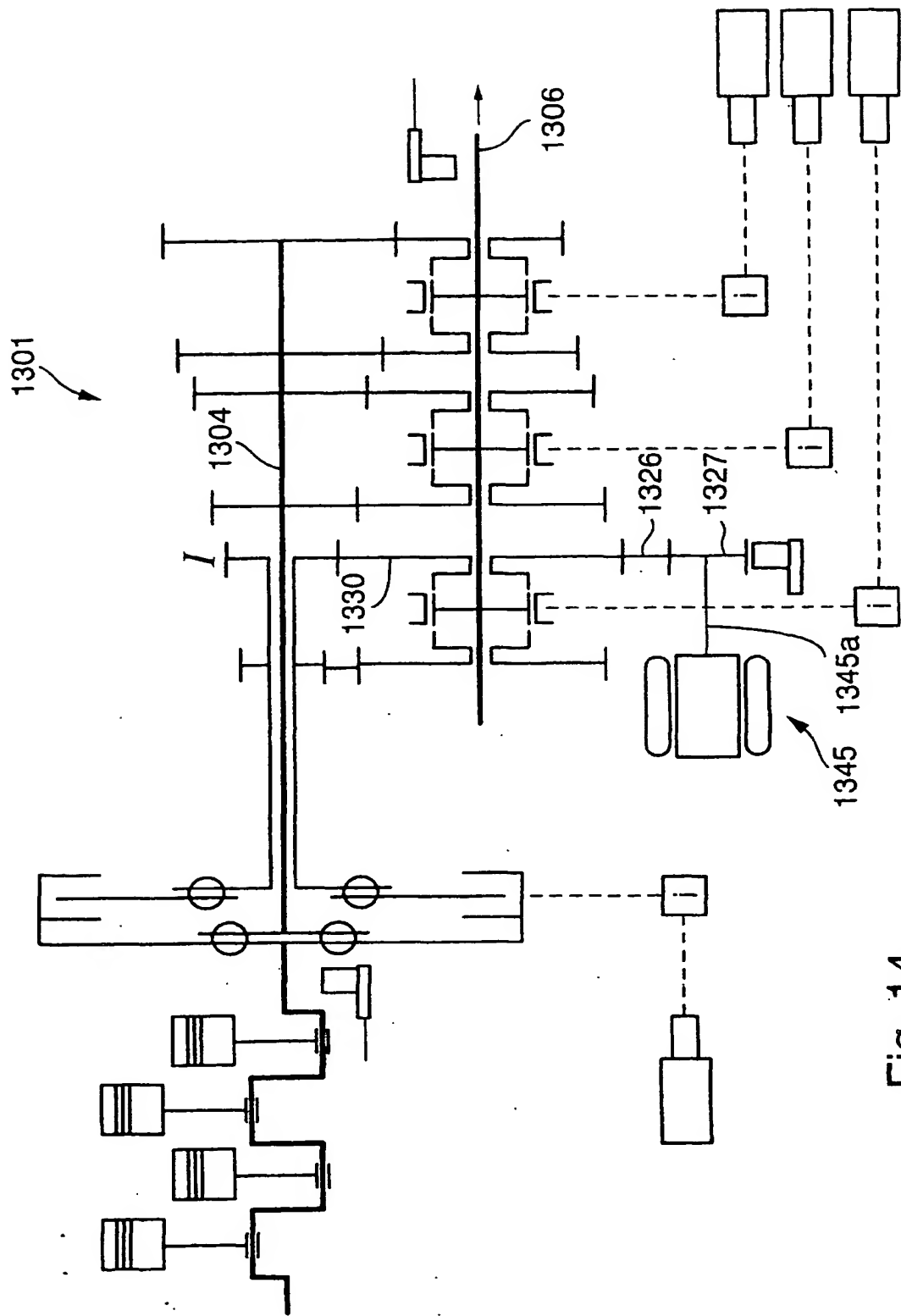


Fig. 14

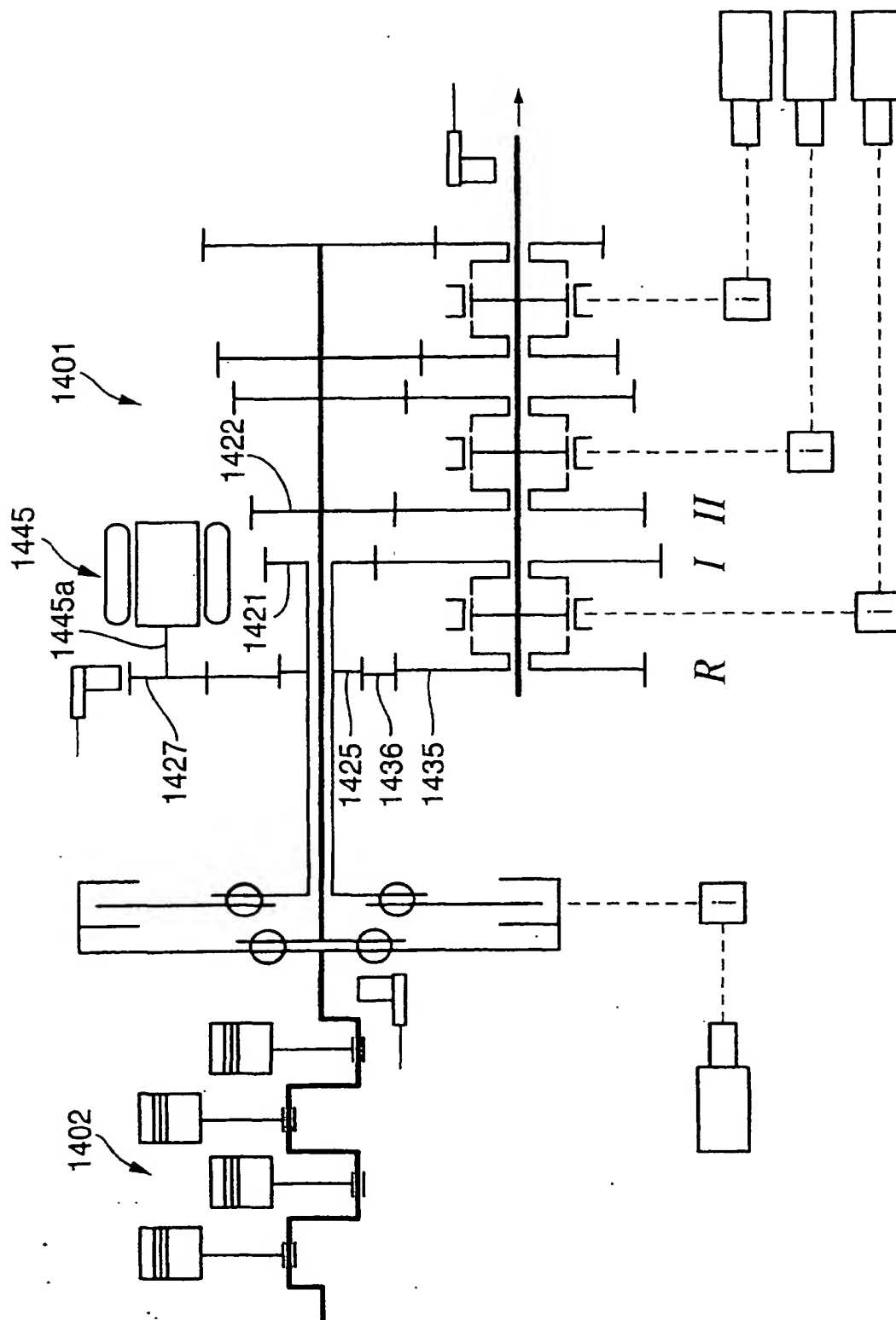


Fig. 15

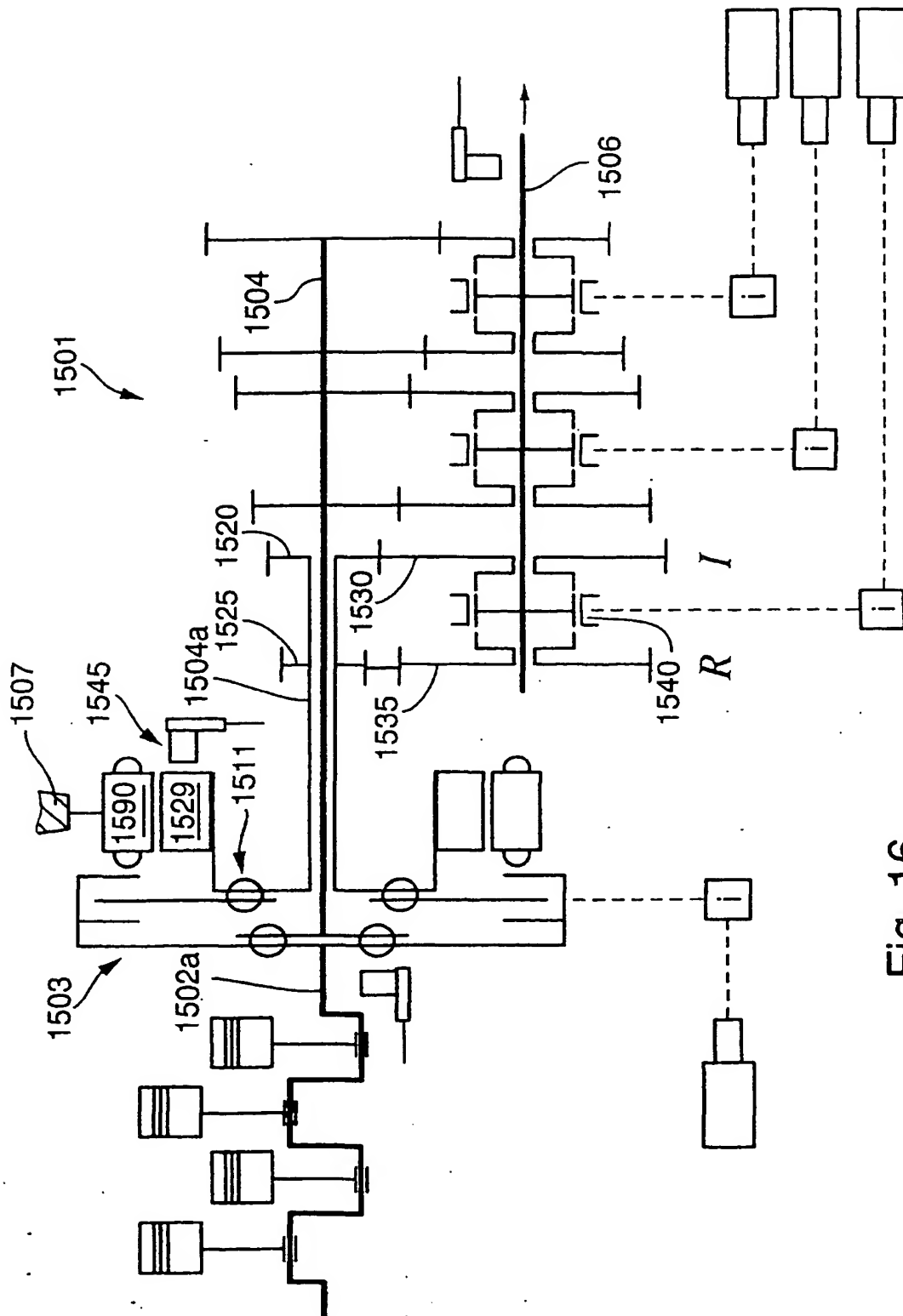


Fig. 16

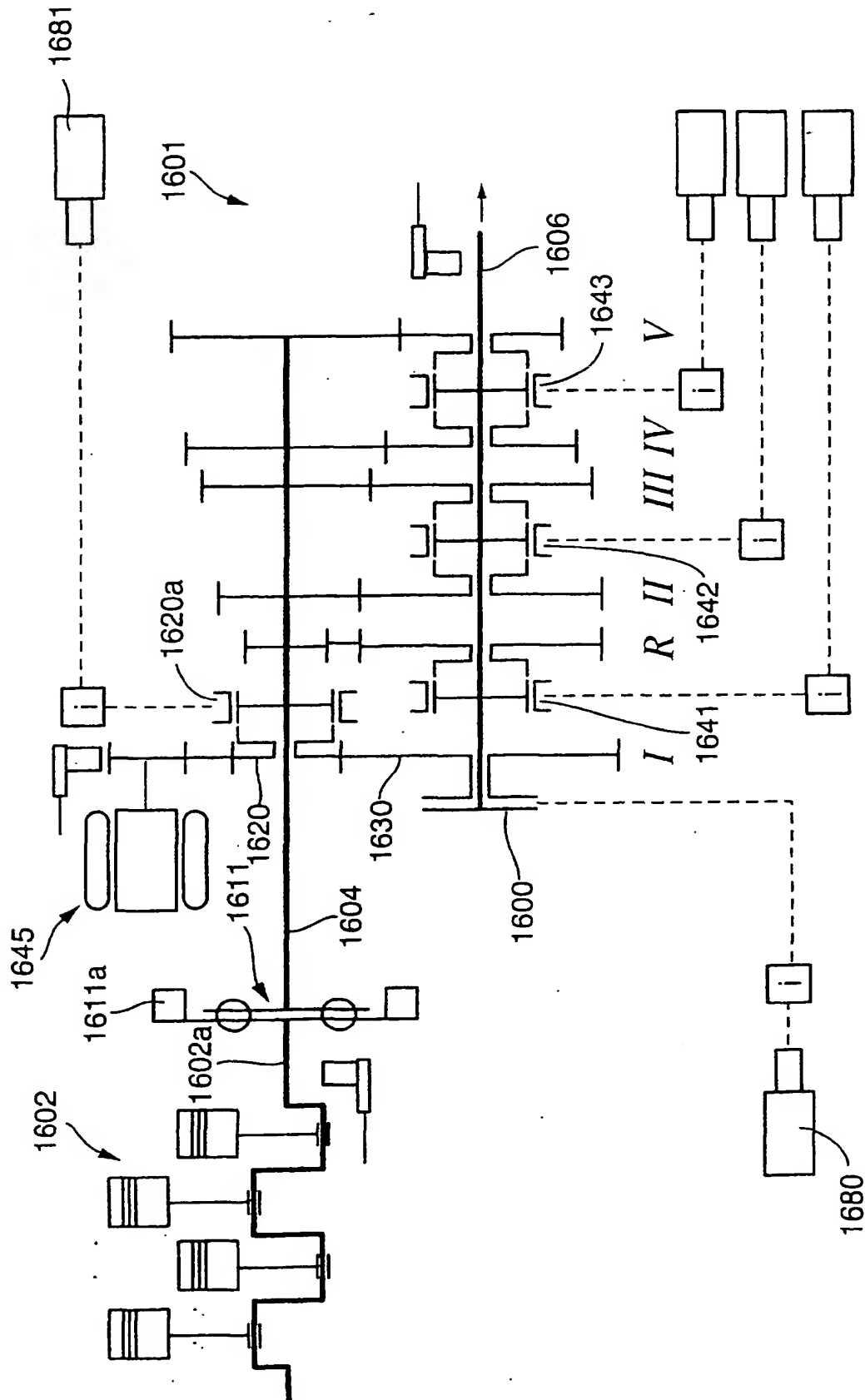


Fig. 17

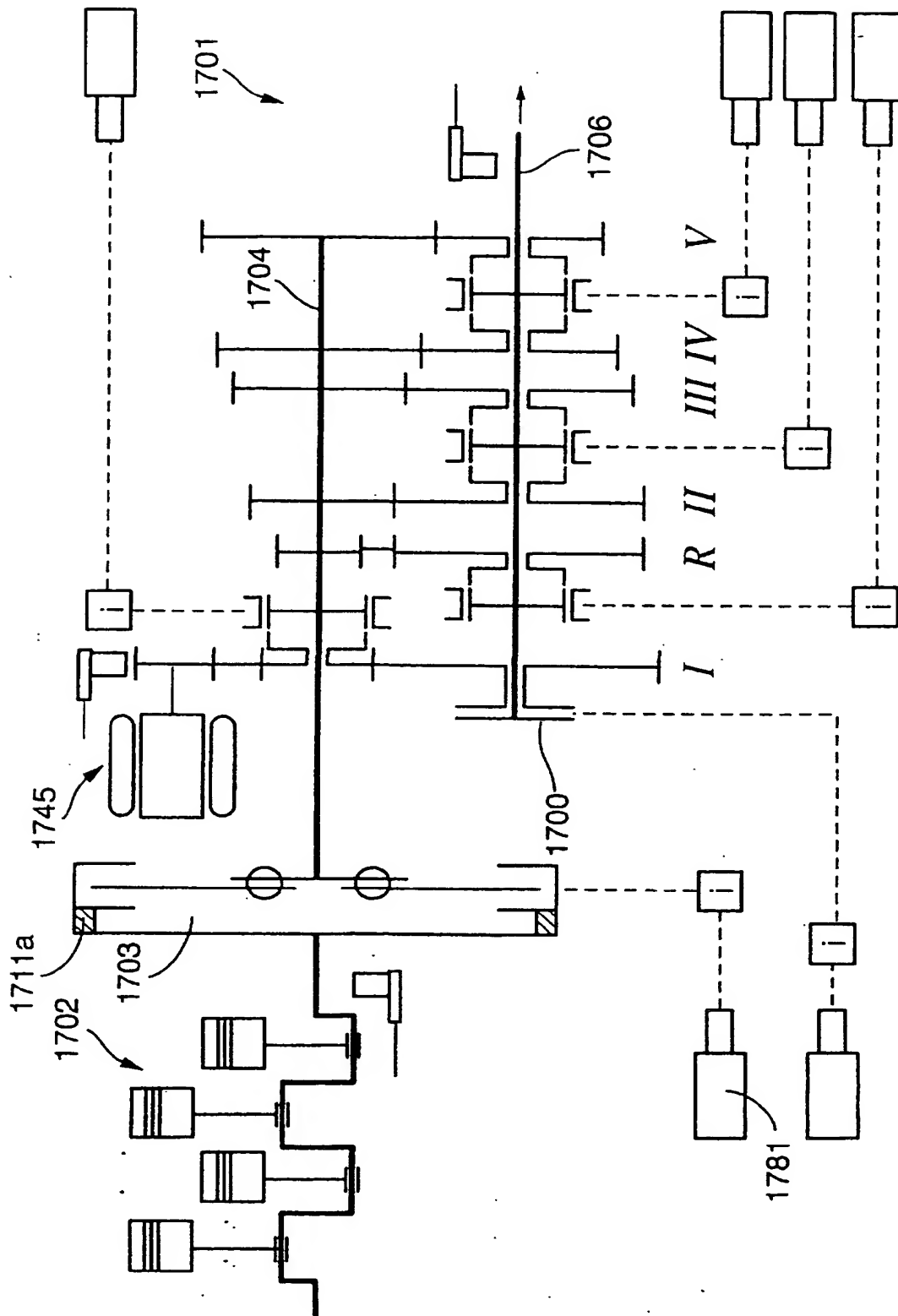
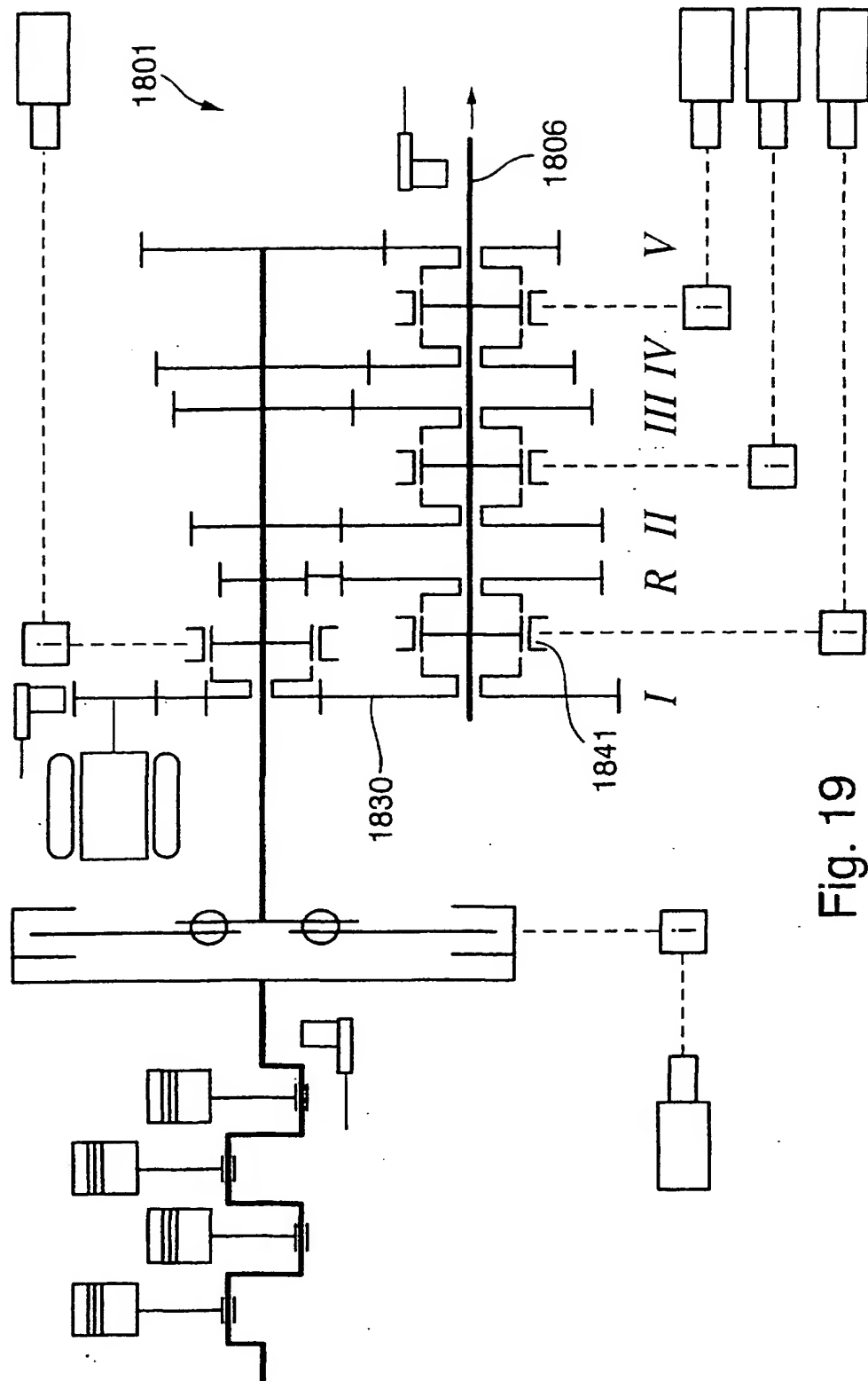
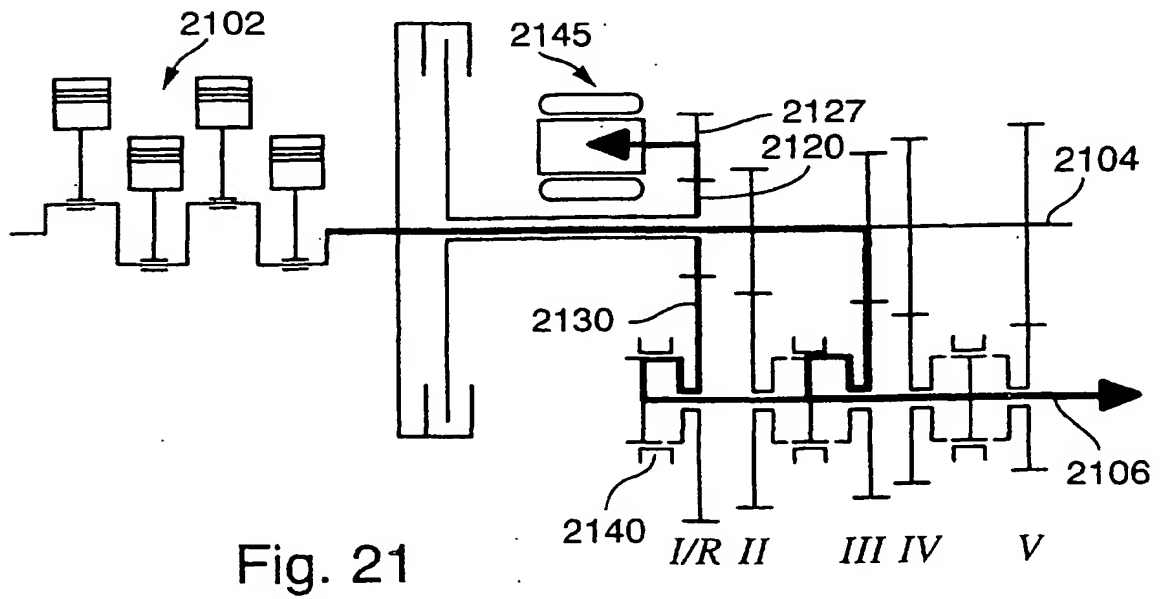
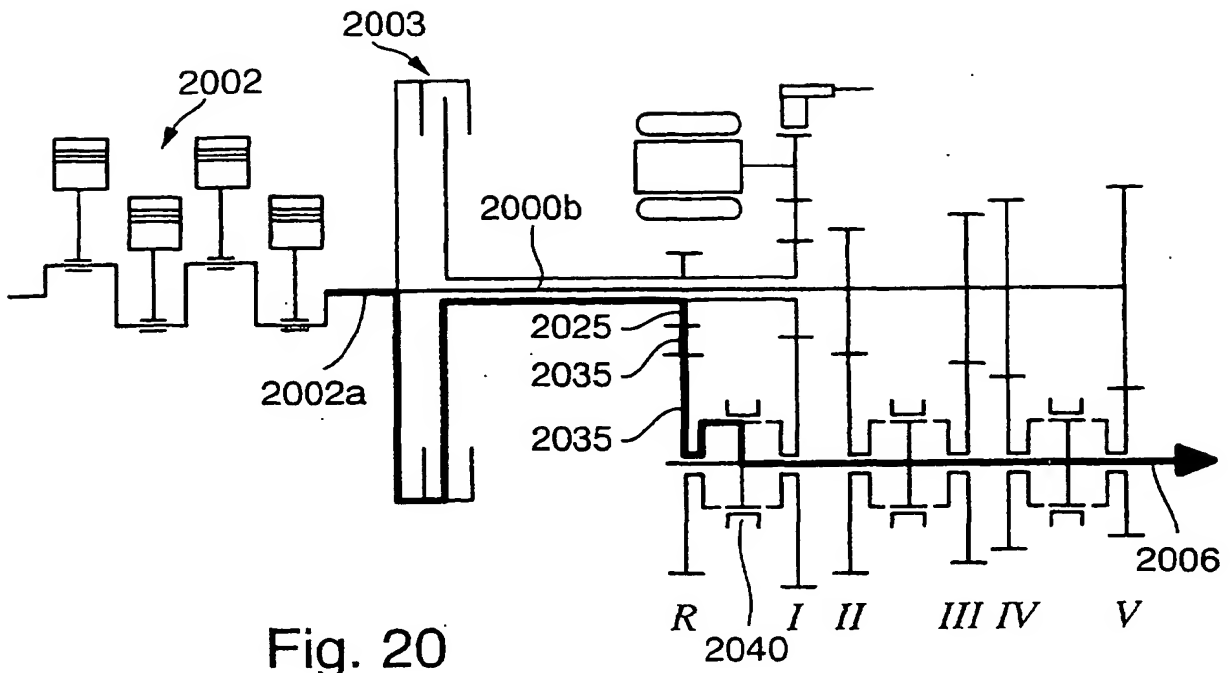


Fig. 18





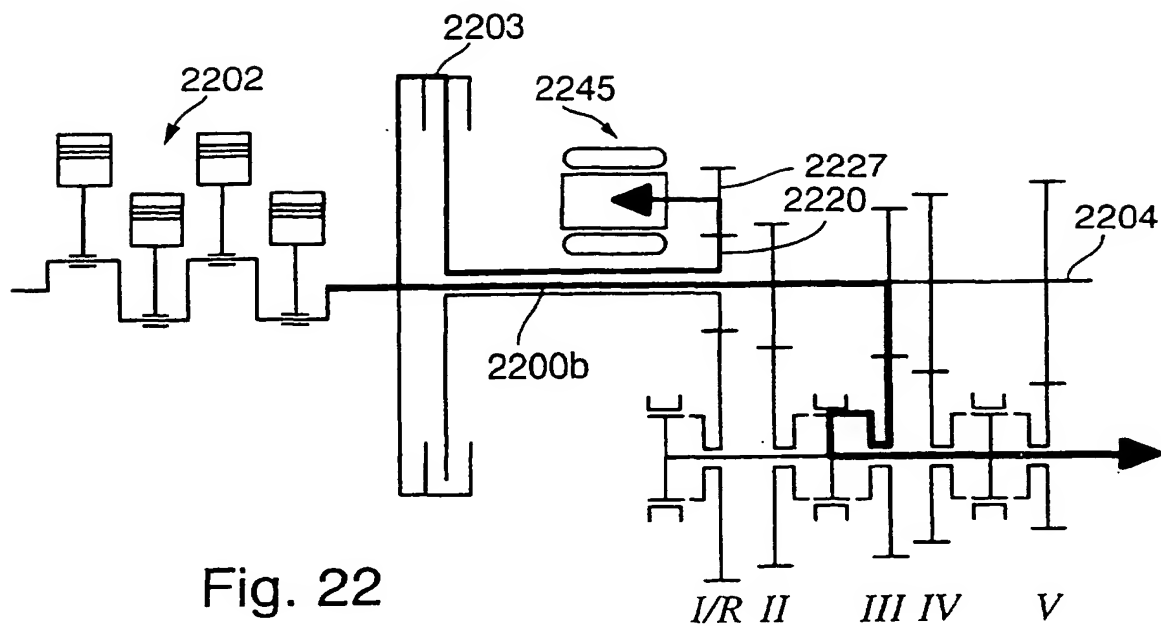


Fig. 22

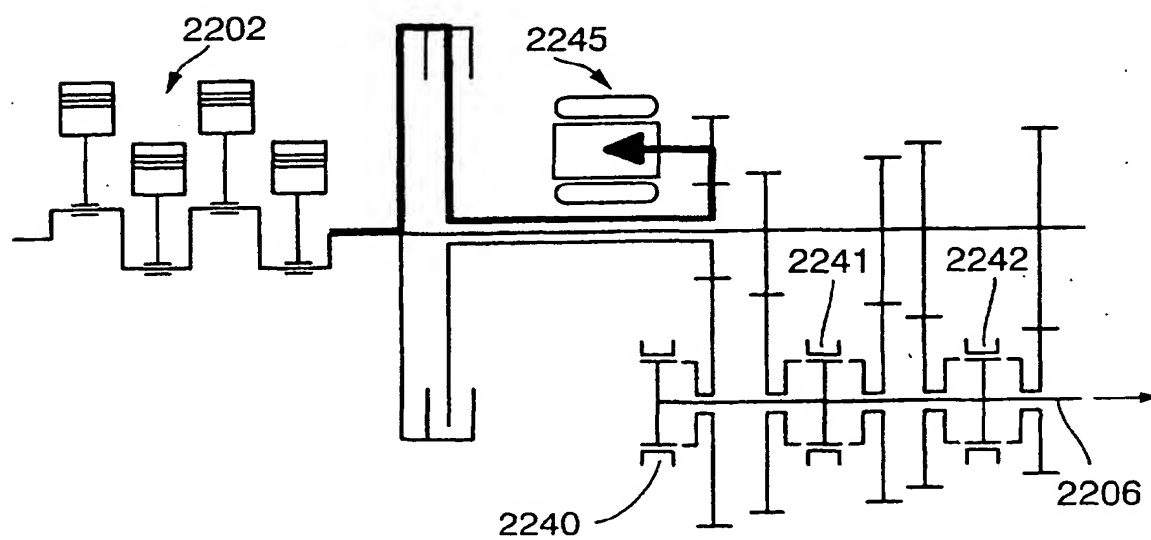
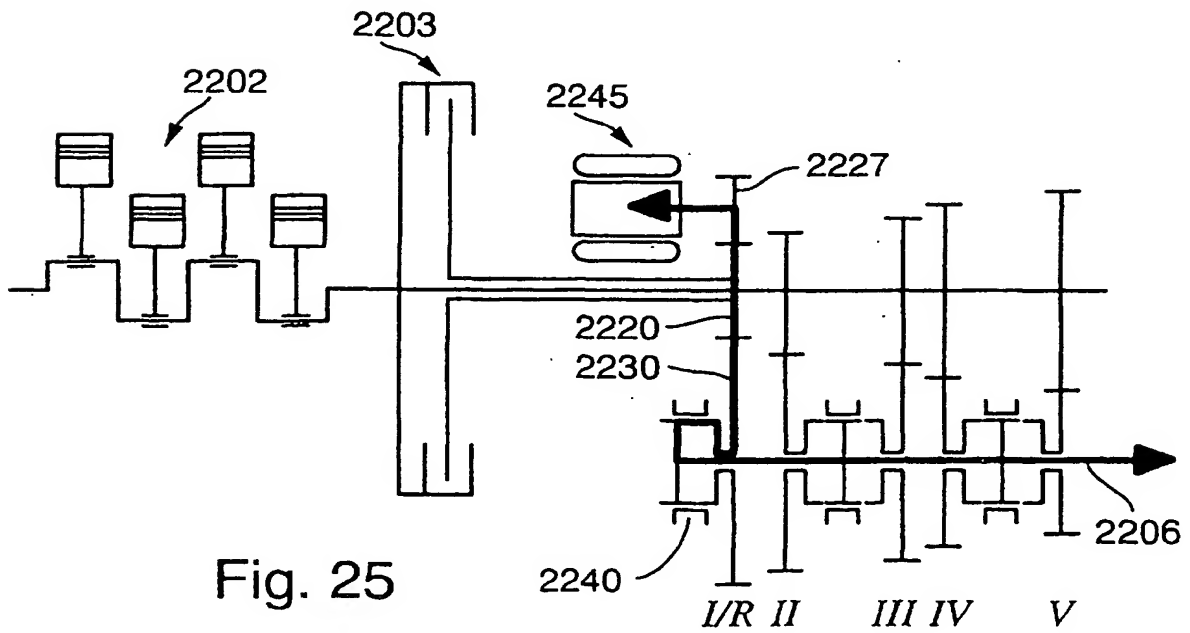
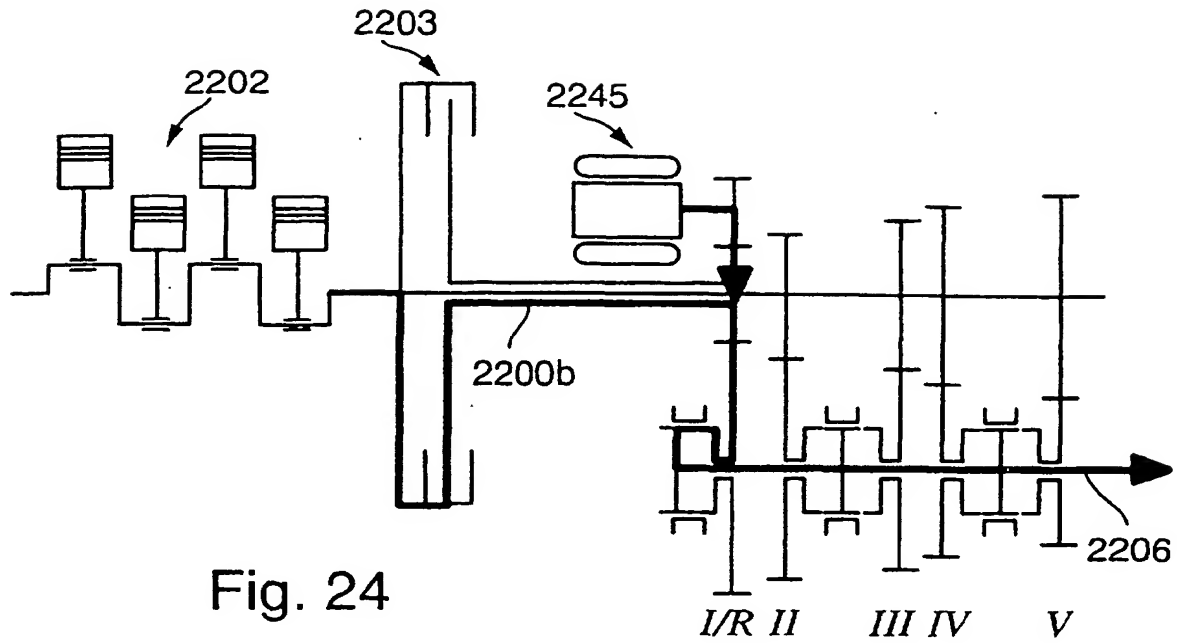
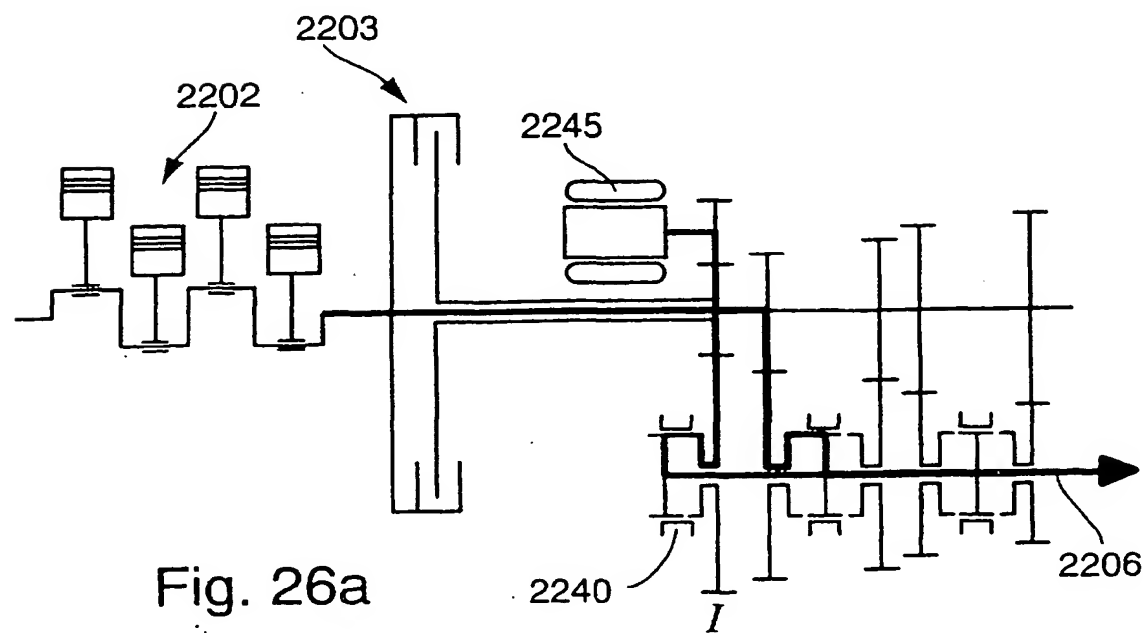
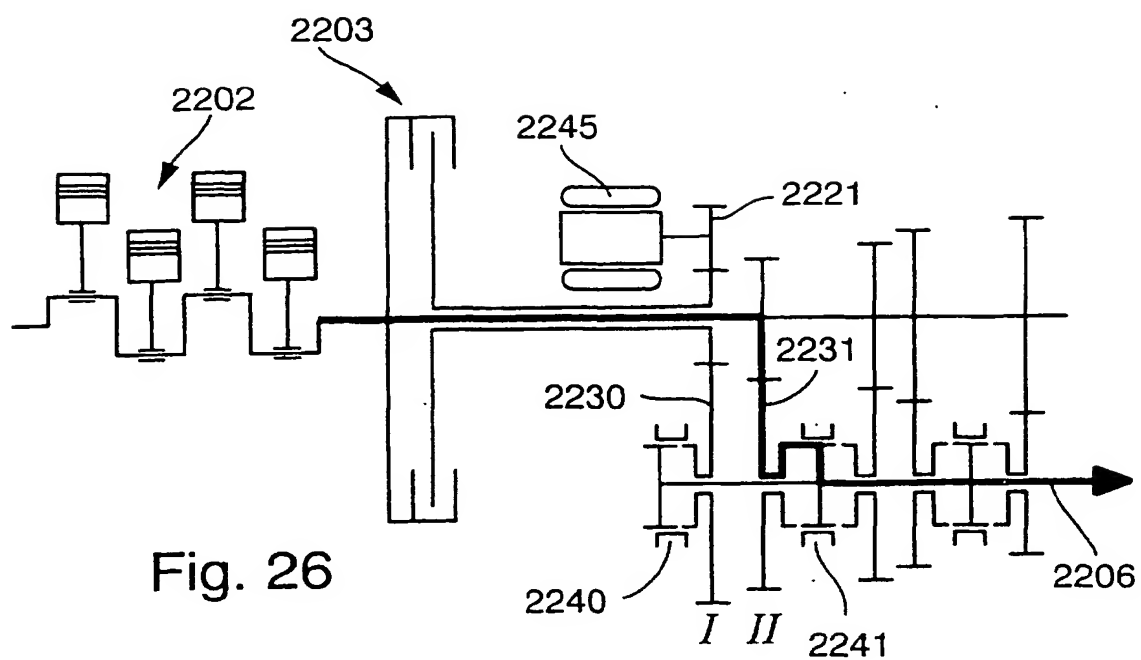
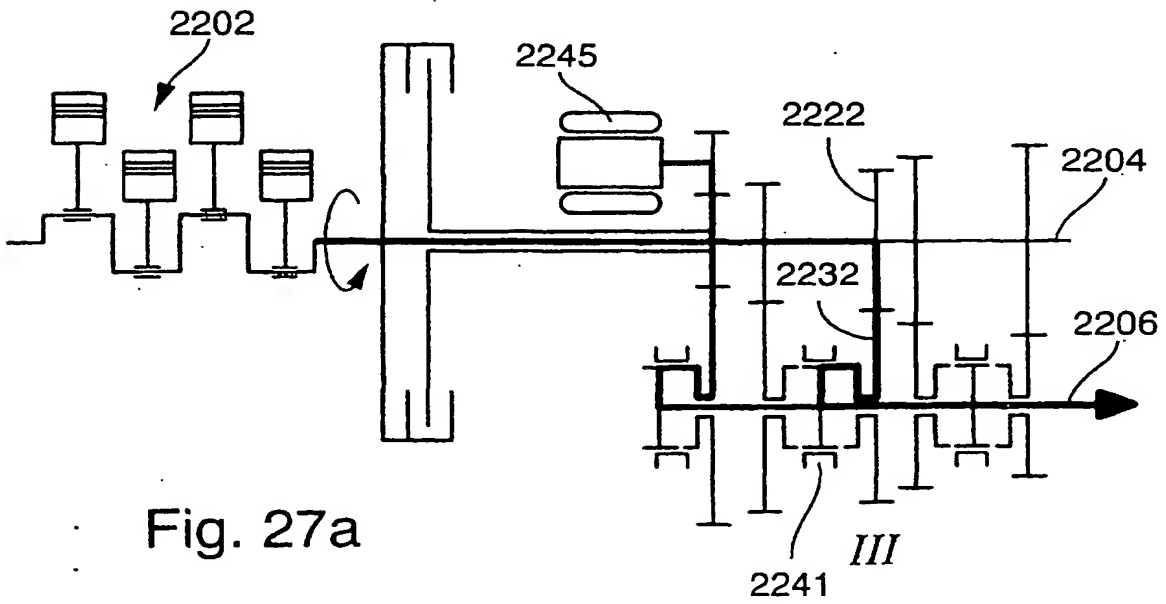
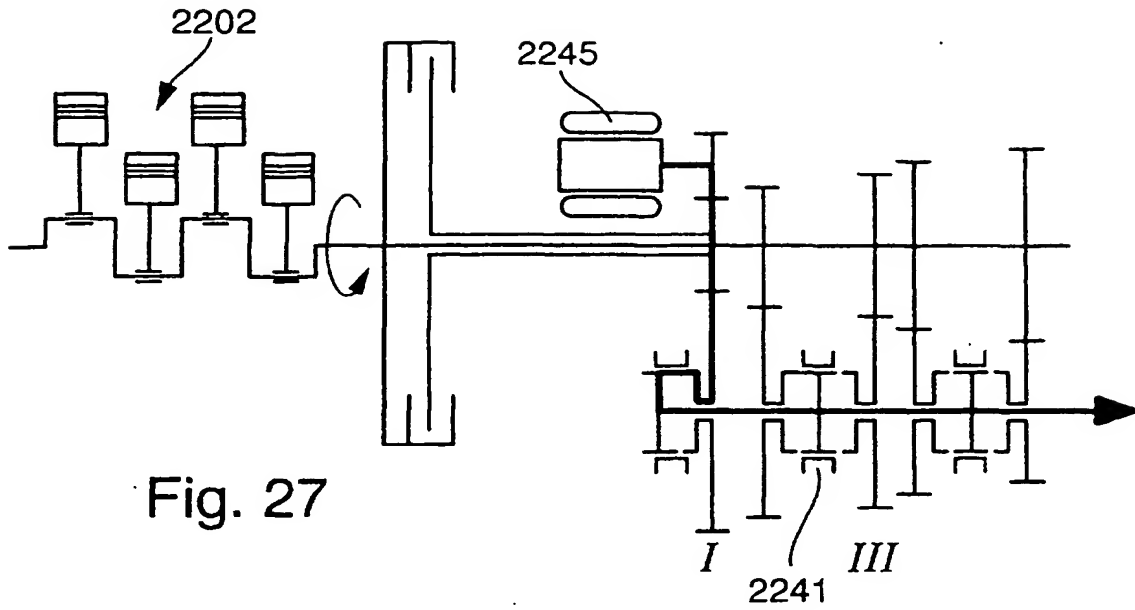


Fig. 23







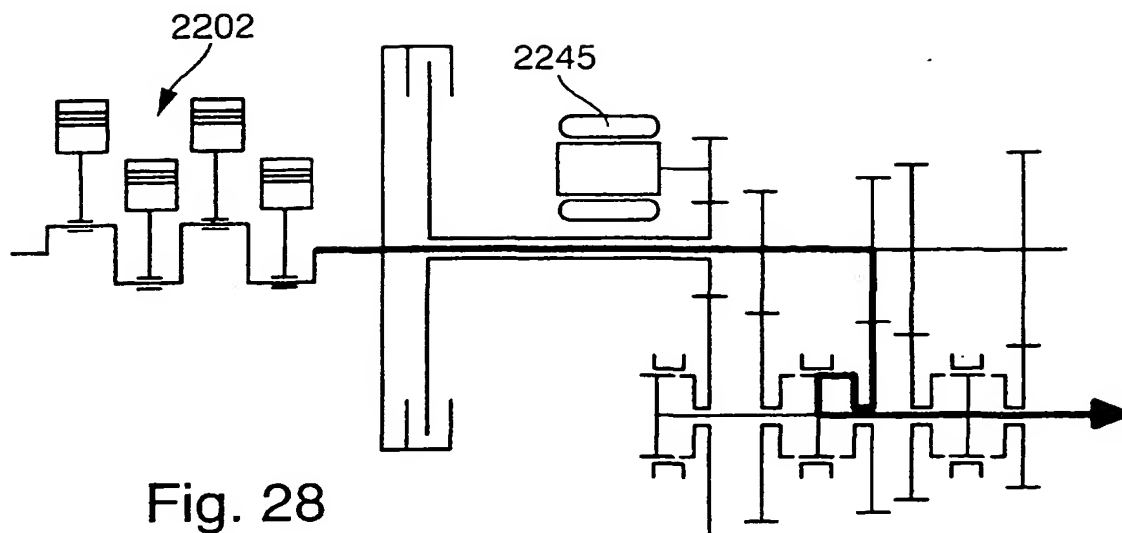


Fig. 28

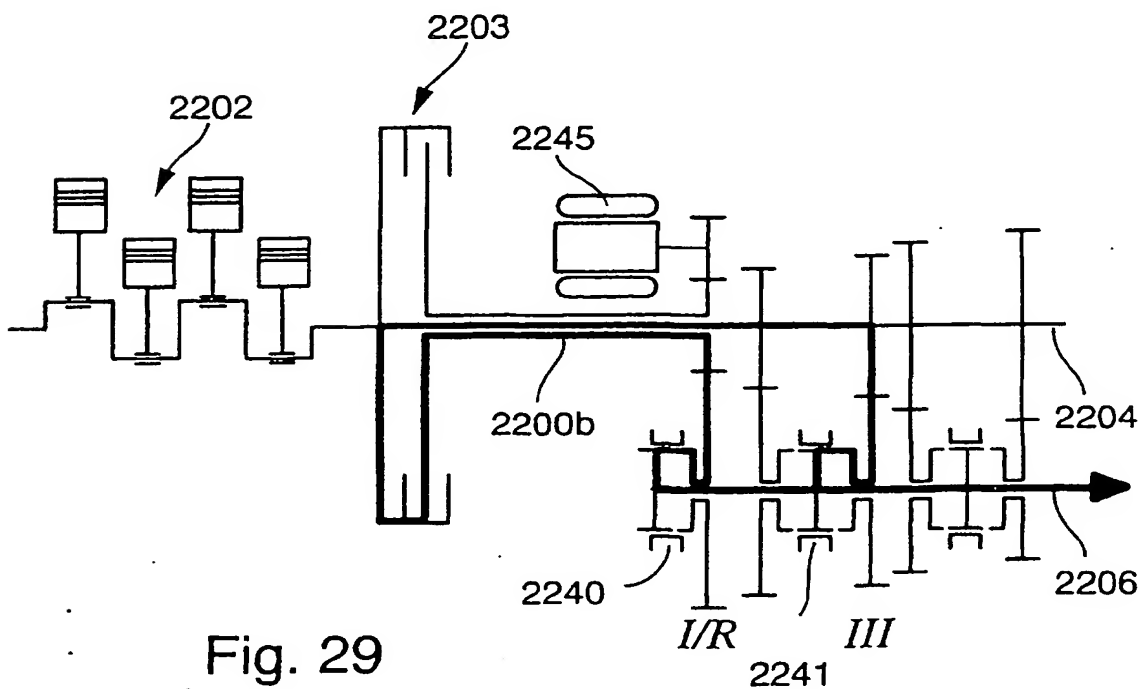


Fig. 29

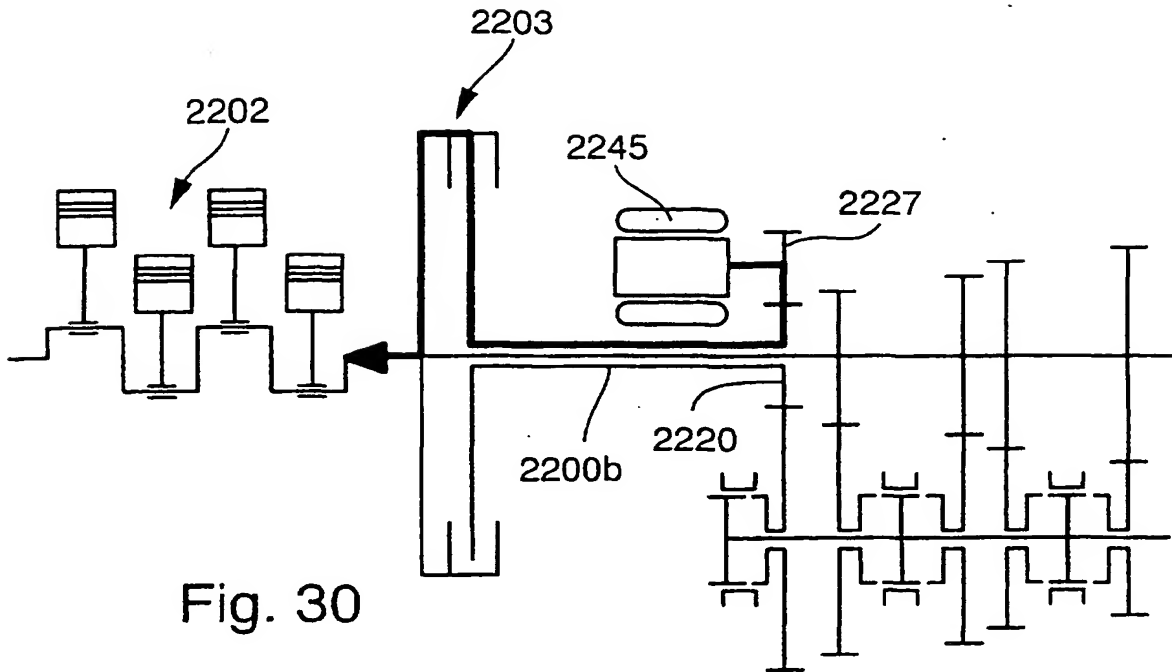


Fig. 30

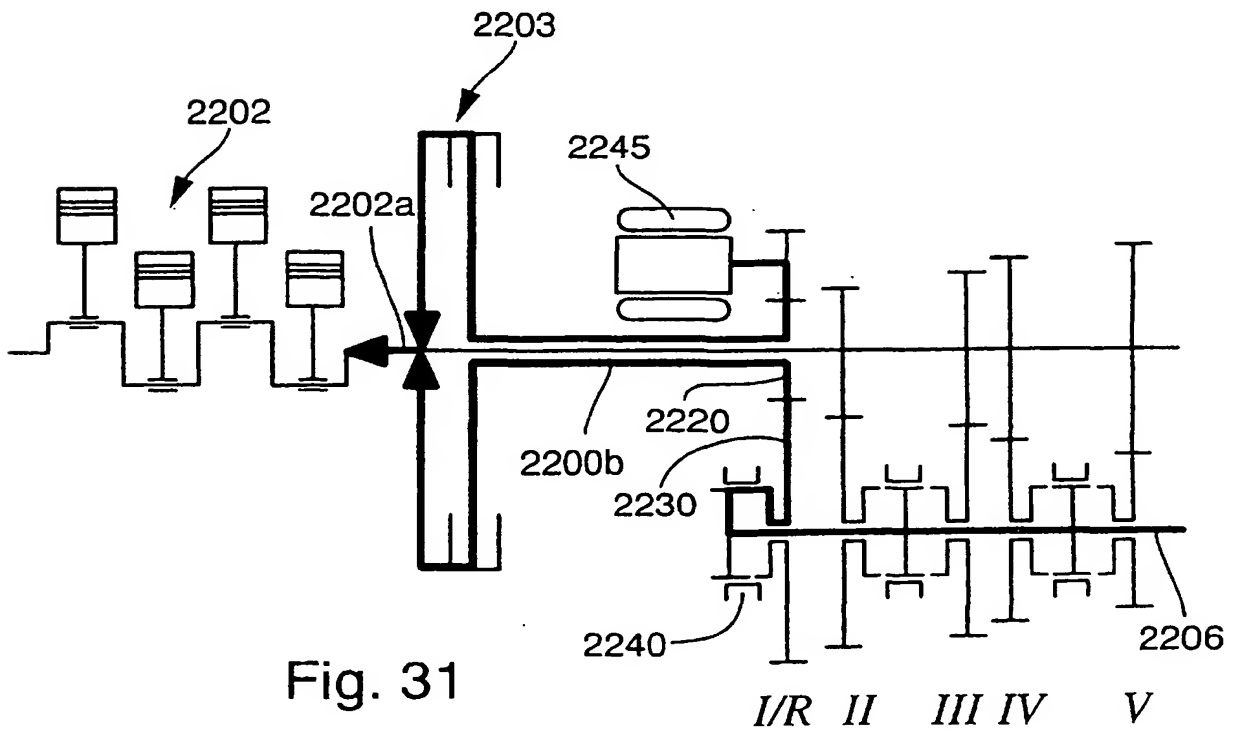
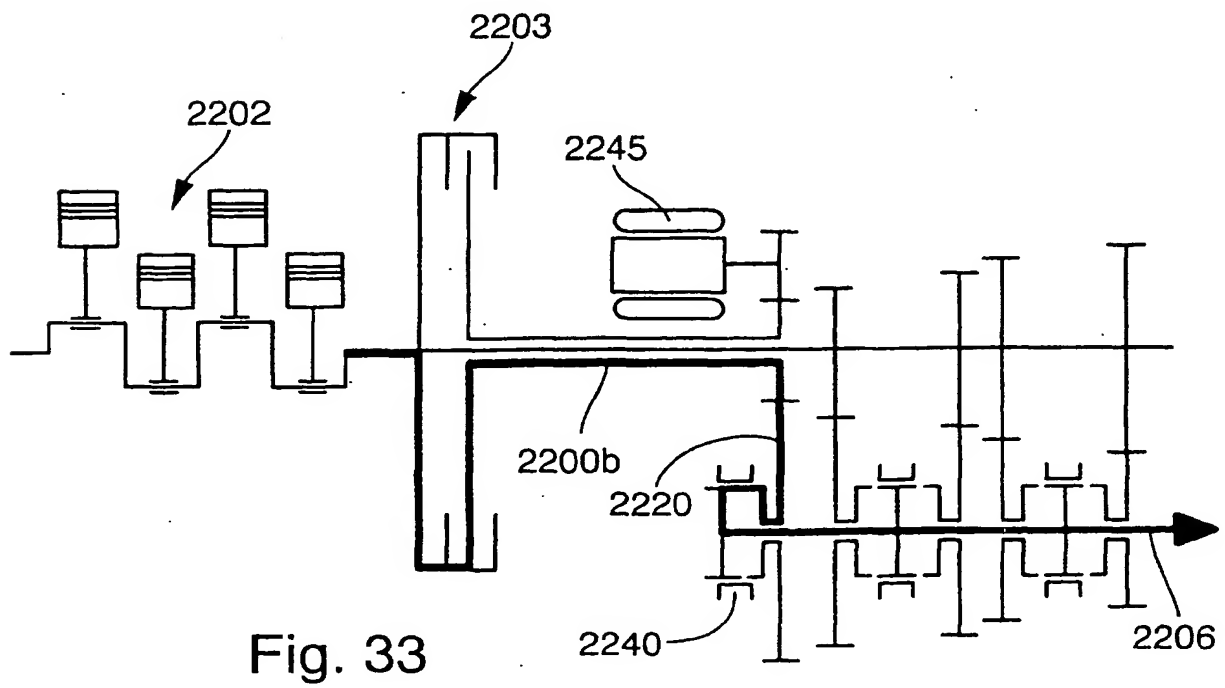
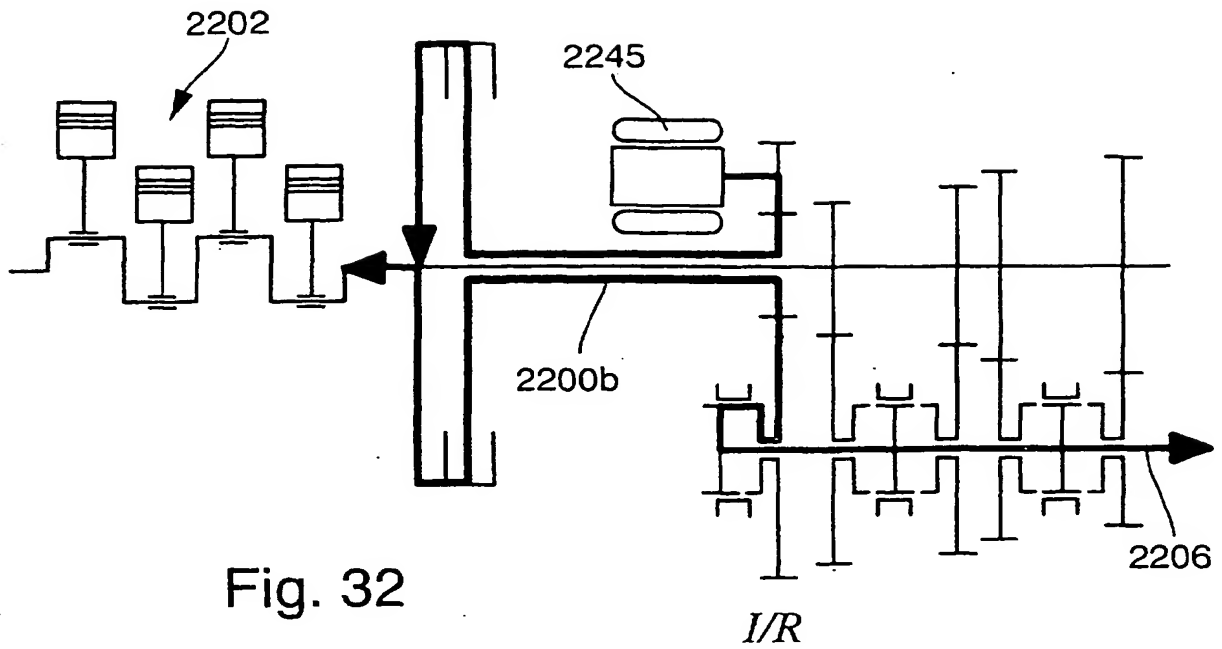


Fig. 31



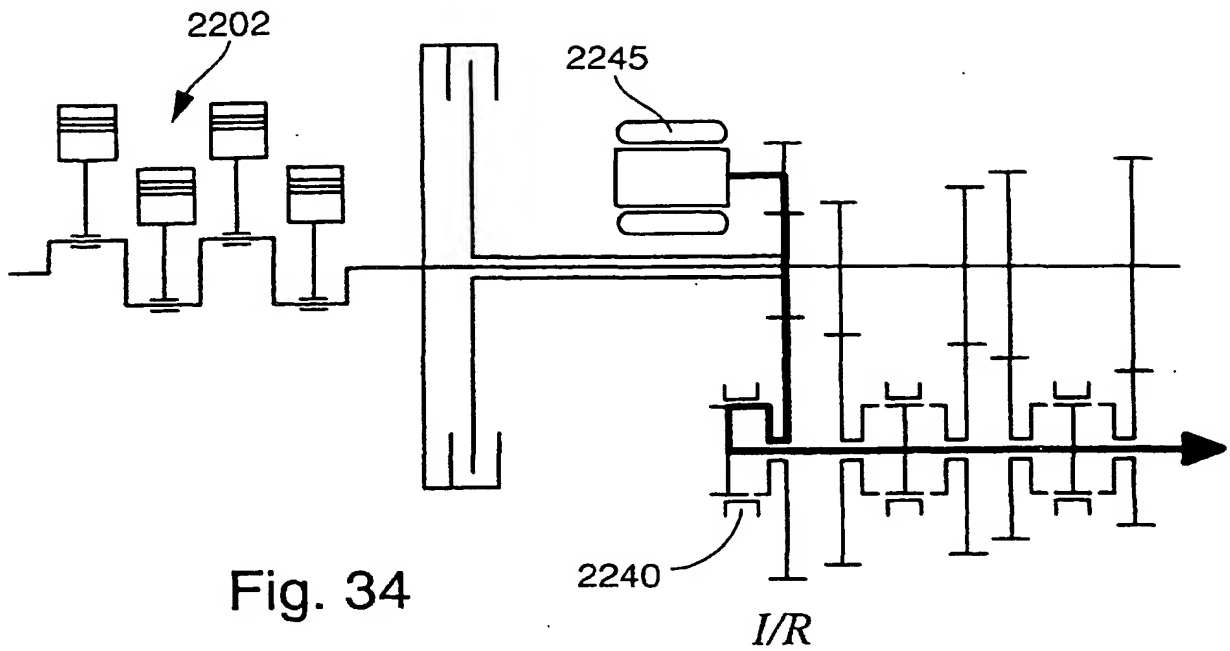


Fig. 34

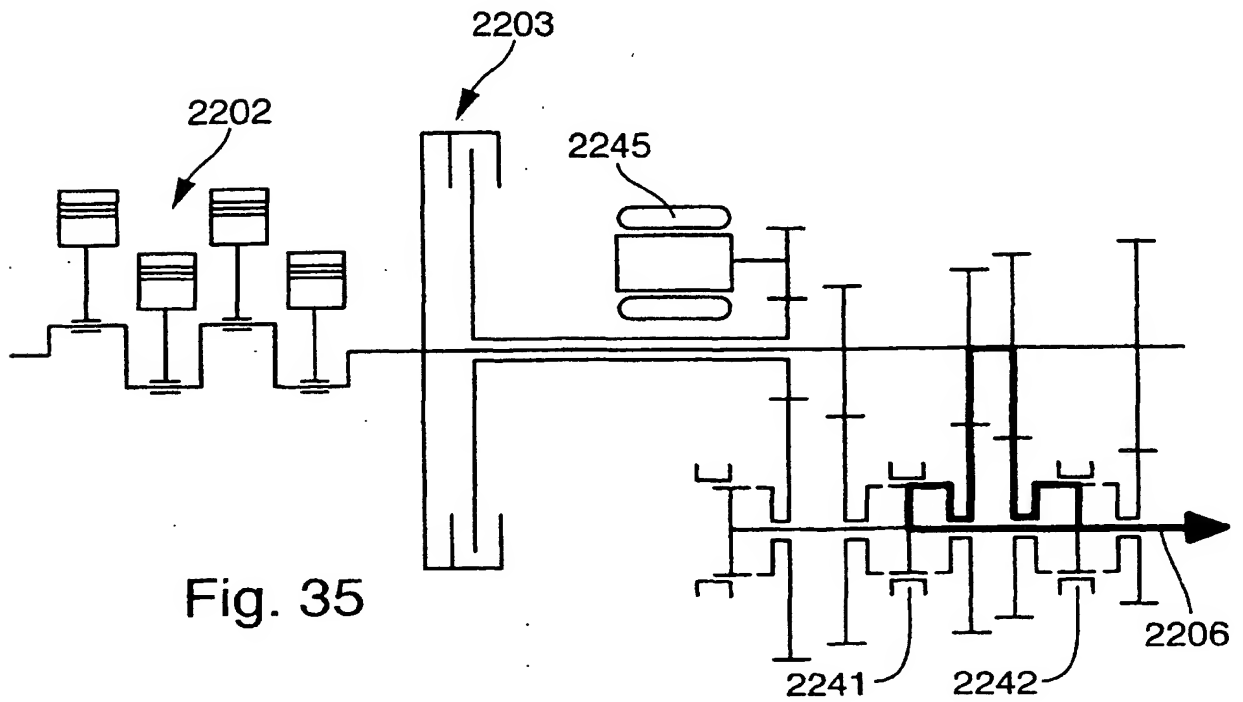


Fig. 35

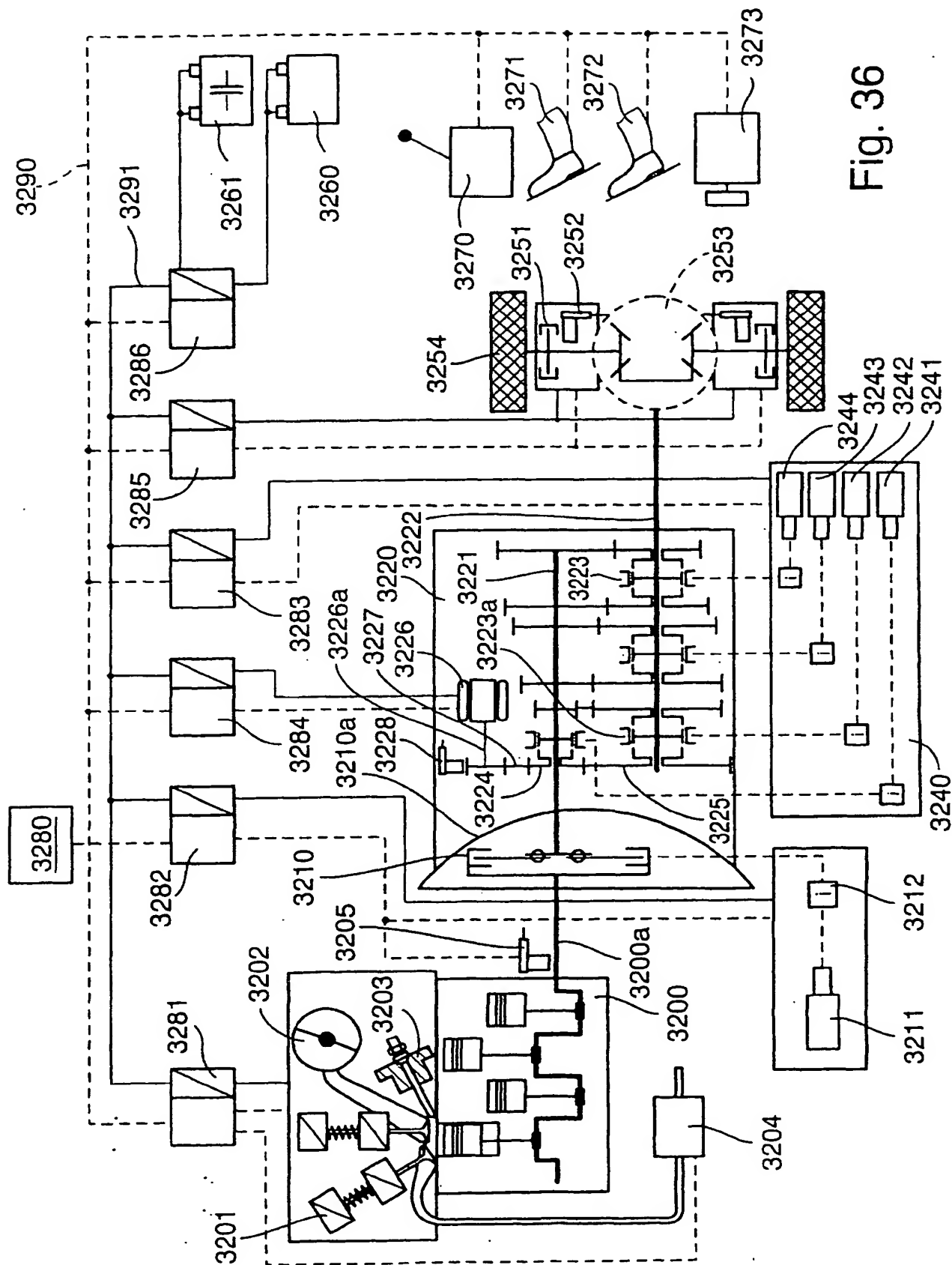


Fig. 36

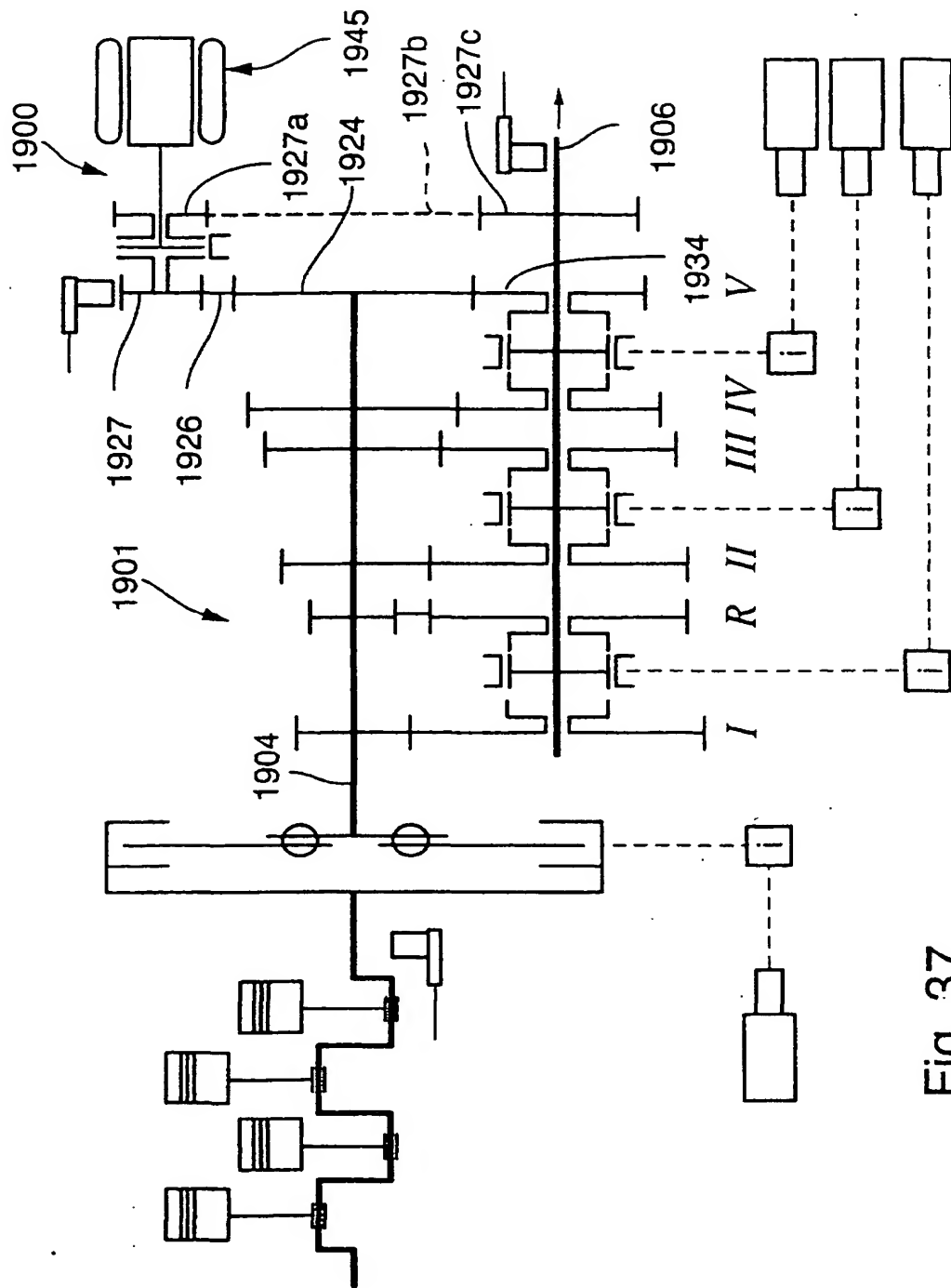


Fig. 37

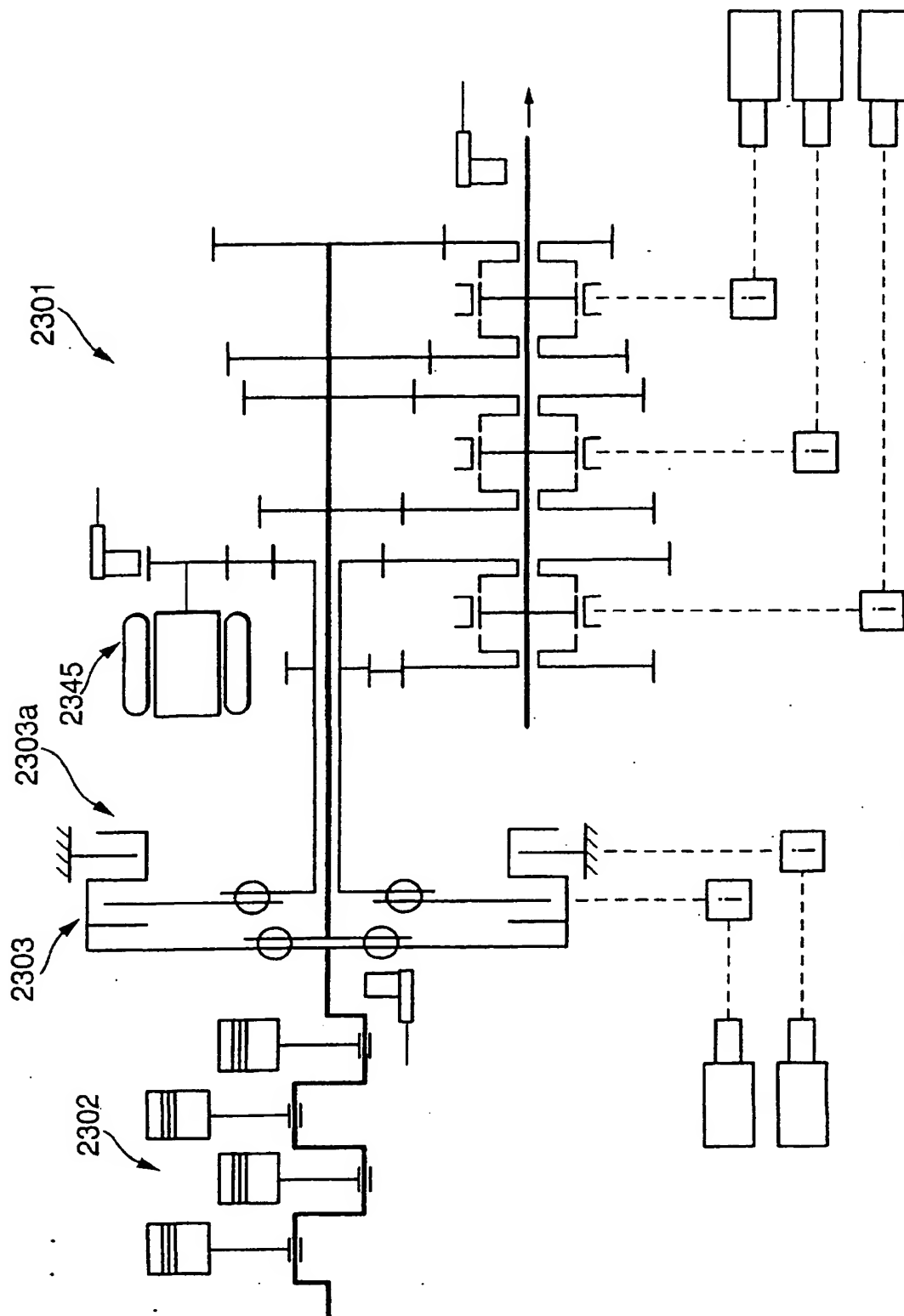


Fig. 38

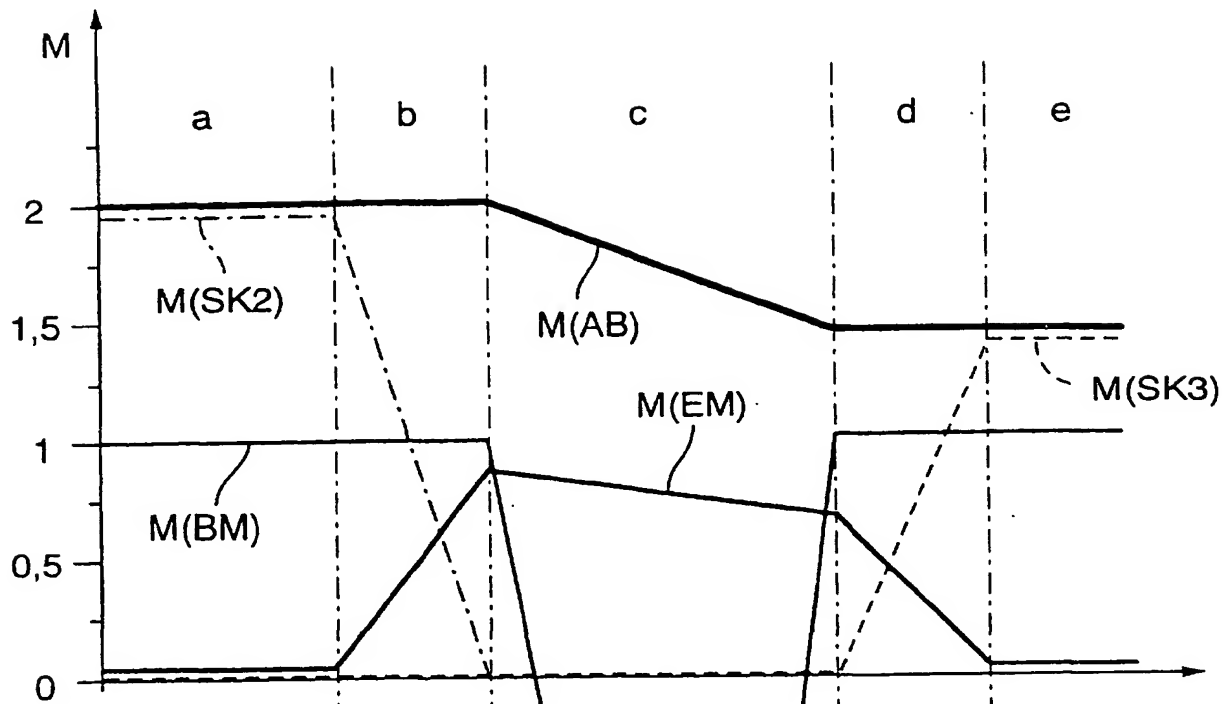


Fig. 39a

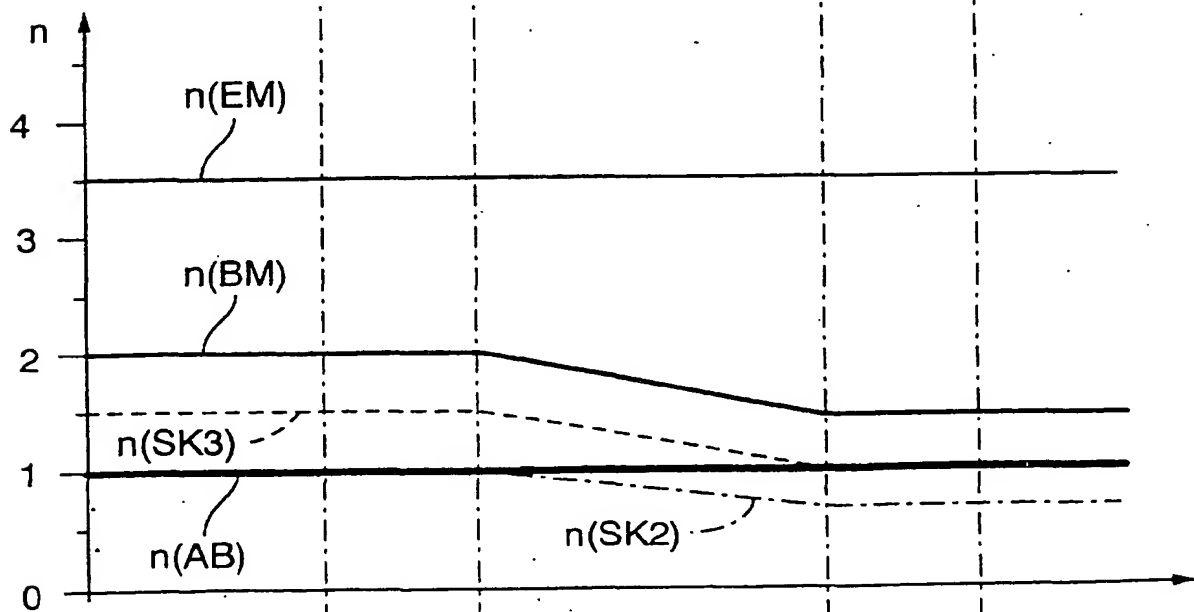


Fig. 39b

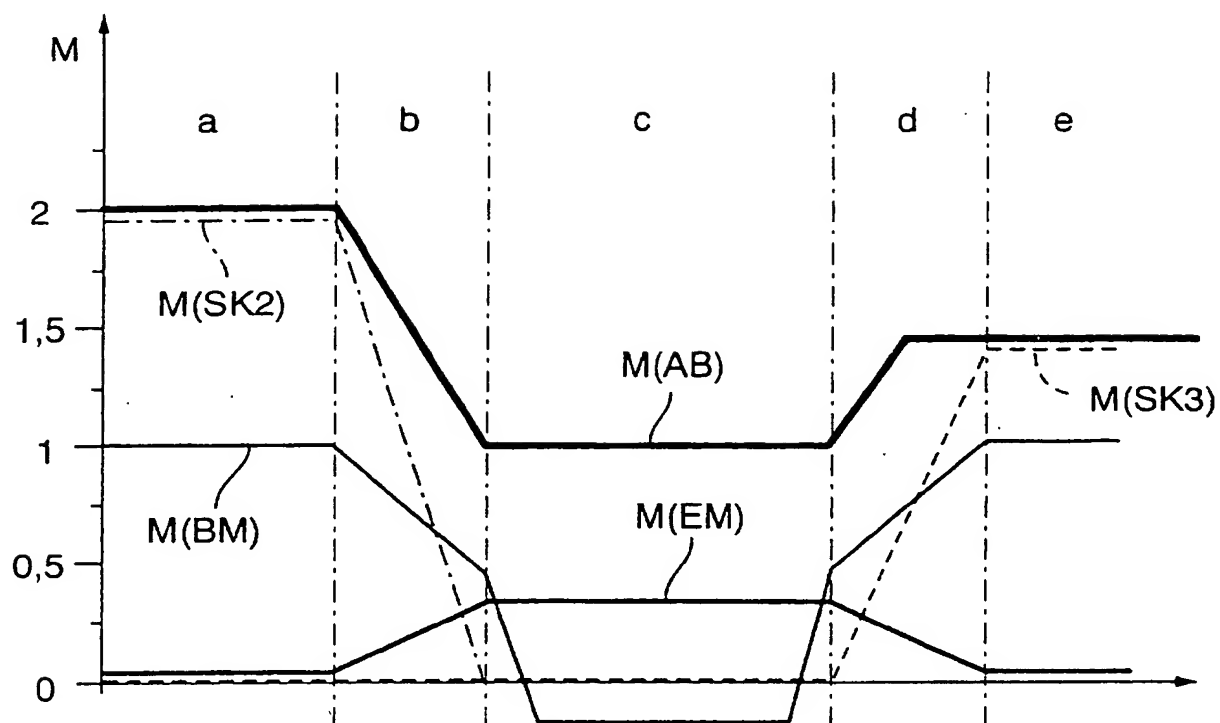


Fig. 40a

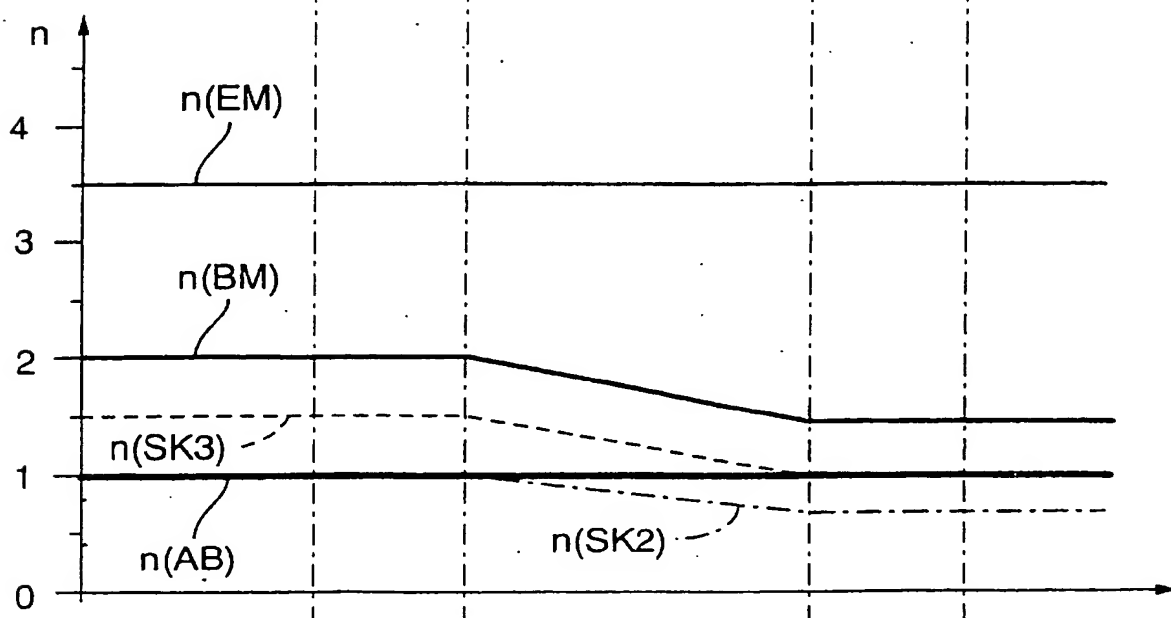


Fig. 40b

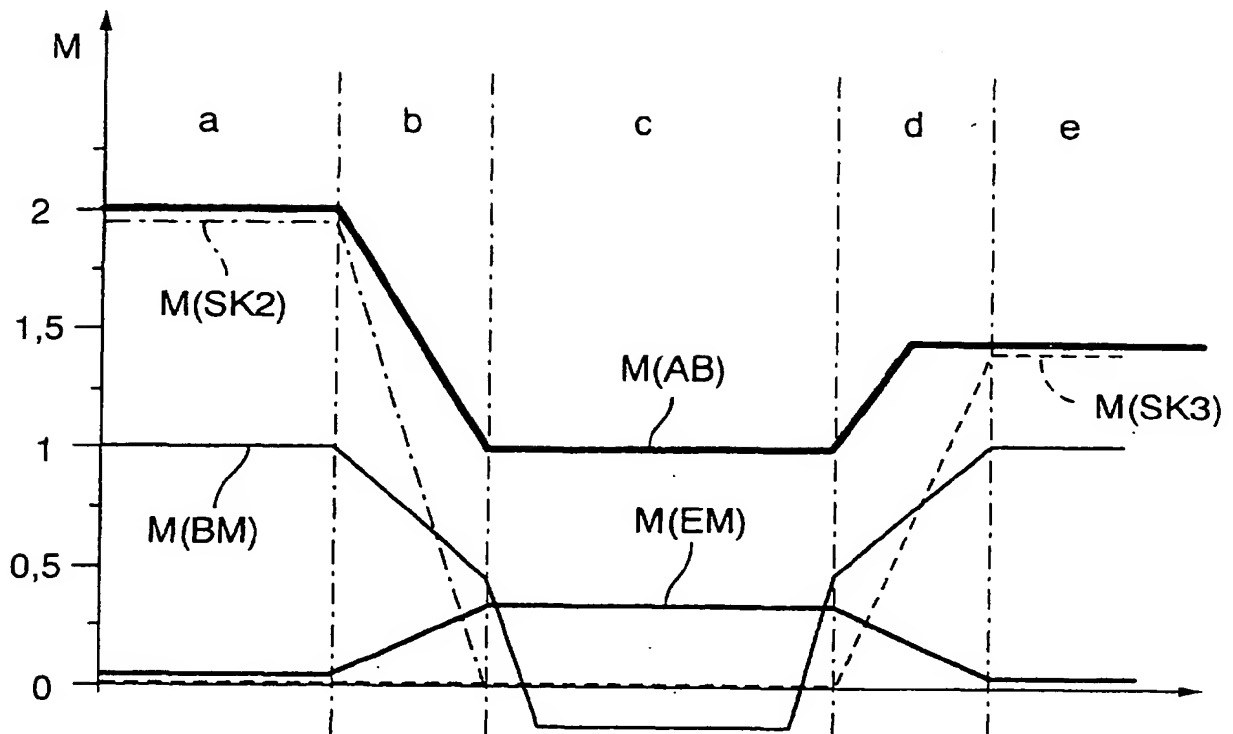


Fig. 41a

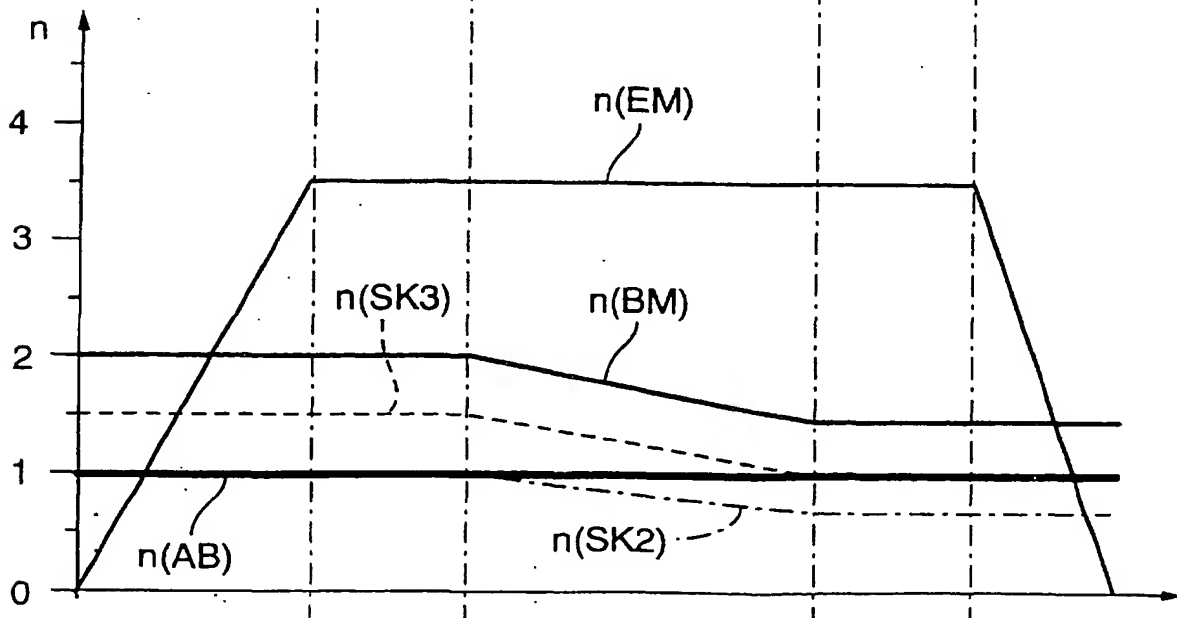


Fig. 41b